中華農業研究

第二十四卷　　第三、四期

目　次

水稻黃萎病抗病性之遺傳研究……林明華、朱啓魯、簡錦忠……1

利用恆溫箱檢定稻苗耐寒性之研究

1水稻類型及苗齡大小對低溫忍受力之差異……許東暉、邱善美、鄧耀宗……8

水稻品種耐鹽性之研究……楊遜謙……13

長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病菌生理型之研究……簡錦忠……23

甘藷逢機交配集團數量性狀遺傳之研究……李　良……32

木瓜缺硼症之發現及防治方法之研究……王德另、張國良、周　閔……43

柑桔刺粉蝨綜合防治試驗……林秀貞、魏秀蘭、陶家駒……55

臺灣蚜蟲寄生蜂及其繁殖……劉清淳……62

中華民國六十四年十二月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國臺北市羅斯福路四段

水稻黃萎病抗病性之遺傳研究[1]

林明華　朱啓魯　簡錦忠[2]

摘要　爲探究水稻黃萎病抗病性之遺傳行爲，利用黃萎病感病品種臺農61號和臺南5號分別與抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 進行雜交，其 F_1 再與兩雜交親本回交和自交，同時獲有 F_1、F_2、BC_{PS} 和 F_{12} BC_{PR} 等雜交世代材料，再將此等材料與親本同時種植，於幼苗期進行黃萎病抗病性檢定。第一年以集團接種法在幼苗長至5～6公分時接種帶菌質昆蟲24小時（蟲苗比1.5倍），然後種植田間；第二年以個體接種法在幼苗長至10～15公分約2～3葉齡時接種帶菌質昆蟲24小時（一試管一幼苗，放入兩隻帶菌質昆蟲），然後移植於塑膠盆中。移植後約5～6週病徵即開始出現，經初步調查後將其宿根，宿根後2～3週間詳細調查宿根後之發病情形，並進行遺傳分離法則符合度測驗，結果顯示黃萎病抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 之抗病性係受一對顯性抗病因子所支配。

緒　言

水稻黃萎病係由黑尾浮塵子（*Nephotettix nigropictus*）[9]及僞黑尾浮塵子（*N. cincticeps*）[13,15,18]等所媒介傳播而引起的一種水稻病害，因其媒介生態與其他水稻之毒素病極爲相似，故向被認爲係毒素病的一種。奈須等[6]首先藉電子顯微鏡觀察，在罹黃萎病水稻篩管細胞內，發現 Mycoplasma 形狀之微生物，並在自罹病稻株取食後歷30天之媒介昆蟲的中腸與唾腺中檢出同樣微生物。杉浦等[3]亦指出黃萎病罹病莖葉的篩管部或媒介昆蟲的中腸上皮細胞及唾腺內有 Mycoplasma 狀微生物存在。基於 Mycoplasma 爲水稻黃萎病病原之假設，櫻井等[11]利用 Tetracycline 系三種抗生性物質即 Terramycin (TC), Chlortetracycline(CTC)及 Dimethylchlortetracycline (DMCTC) 處理2～3葉齡之水稻幼苗試驗結果，在接種前噴施三次者，三種抗生素在 100 ppm 之濃度時皆可有效抑制病徵之出現。由上述電子顯微鏡之觀察以及 Tetracycline 系抗生素處理之效果顯示證明水稻黃萎病可能由 Mycoplasma 類微生物所致的一種水稻病害。

水稻黃萎病於1910年首先在日本發現，其後亞洲各產稻國家亦陸續被發現[14,16,18,19,20]而成爲東南亞產稻地區特有的病害。臺灣於1929年黑澤英一發現本病發生於第二期作之蓬萊稻[10]，當時並不嚴重，但近年來發生面積有逐漸增加之趨勢；根據農林廳調查，全省黃萎病之發生面積自民國五十五年以來均超過二萬公頃，民國六十一年二期作之發病面積亦達20,124公頃。最初發病地區僅限於臺灣北部，但目前則已擴展至中部、南部及東部等地區逐漸成爲一種水稻重要病害。

對本病之預防方法，雖可用藥劑驅除媒介昆蟲或清除其潛伏處所，撲滅越冬成蟲或幼蟲，但由於媒介昆蟲之移動性甚大，不易收事半功倍之效，因而最經濟而有效的方法爲育成抗病品種，在進行抗病育種工作之前，如能先瞭解其抗病性之遺傳行爲，當有助益於育種工作之進行。本研究之目的即針對此一問題，進行水稻黃萎病抗病性之遺傳試驗，以期瞭解其抗病性之遺傳行爲，進而供從事水稻黃萎病抗病育種參考。

試驗材料與方法

(一)　試驗材料：

A. 供試水稻品種　a. 抗病品種：Firooz-(1)和 Kabara[7]。　b. 感病品種：臺農 61 號

本文第一作者獲國家科學委員會研究補助費，試驗經費承農村復興委員會補助，謹此誌謝。

1.試驗報告農試字第七二六號。

2.臺灣省農業試驗所技士、技士、技正。

(Tainung 61) 和臺南5號 (Tainan 5)[7]。

B. 供試媒介昆蟲　帶菌質之黑尾浮塵子 (*Nephotettix nigropictus*[8,13,15,17,18] 和僞黑尾浮塵子 (*N. cincticeps*[9])。

(二)　試驗方法：

A. 媒介昆蟲之獲毒及飼養　由田中捕捉黑尾浮塵子 (*N. nigropictus*) 及僞黑尾浮塵子 (*N. cincticeps*) 的成蟲，然後將其飼養於養蟲箱中，箱內放8～10葉齡之稻株，使其產卵孵化，再將由卵孵化之無帶菌質一、二齡幼蟲，移放到有病株之養蟲箱內，使其在病株上吸食1日，然後將吸食病株之一、二齡幼蟲飼養於健康約40天左右之臺中在來一號或臺南5號之稻株上，每隔三日置換新鮮稻株一次，以期獲大小相似之蟲羣，如此，獲毒而帶菌質之媒介昆蟲再經過25～30天之潛伏期後，即可供黃萎病抗病性檢定接種之用。

B. 供試水稻之雜交及培育　利用感病品種臺農61號和臺南5號爲母本與抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 進行雜交，其雜交 F_1 並與兩親回交，培育成 F_1、F_2、BC_{P1} 和 BC_{P2} 等世代與族羣，然後與親本同時浸種、播種，於幼苗長至2～3葉齡時供抗病性檢定接種之用。

C. 抗病性檢定方法　a. 集團接種法 (Mass inoculation) 檢定：即將 F_1、F_2 及 BC_1 材料與親本，同時疏播於大型培養皿 (150 mm) 或塑膠盆 (38×30×10 cm) 中，待幼苗長至5～6公分時，將整個培養皿或塑膠盆內之幼苗放入 60×40×40cm 大小之養蟲箱中，箱內再放入適當量之帶菌質媒介昆蟲 (蟲苗比約爲1.5倍)，經24小時後取出幼苗，然後單本植種於田間。接種時每隔2～3小時趕蟲一次，並轉換接種材料之放置位置，以期幼苗均可被媒介昆蟲吸食之機會。b. 個體接種法 (Individual inoculation) 檢定：即將供試之雜交和回交材料與親本同時播種，待幼苗長至2～3葉齡時，再將其放入試管 (15×180 mm) 內，每試管放入一株幼苗，並於根部加水少許，然後每試管放入2隻帶菌質之媒介昆蟲，管口再蓋以有孔之塑膠蓋，接種24小時後將幼苗取出種植於塑膠盆內或田間，原放入之帶菌質媒介昆蟲仍可繼續接種其他幼苗。

D. 抗病性遺傳調查及分析　經帶菌質之媒介昆蟲接種後移植於塑膠盆中或田間之幼苗，於移植後5週左右，病徵開始出現，隨即行初步調查，並將其宿根 (Ratoon)，在宿根後 2～3 週調查其發病情形，然後根據發病調查結果，利用 X^2 法進行遺傳分析，以瞭解黃萎病抗病性之遺傳因子對數及其遺傳行爲。

試驗結果

本試驗之抗病性遺傳檢定分兩種方式進行，一爲在幼苗長至5～6公分時利用集團接種法接種帶菌質之媒介昆蟲24小時，然後移出，到幼苗可以移植時再種植於田間；另一爲在幼苗長至2～3葉齡時利用試管進行個體接種法接種帶菌質之媒介昆蟲24小後隨即將幼苗移植於塑膠盆中，每一塑膠盆種植5行×10株=50株苗。茲將利用兩種接種方式進行抗病性檢定結果，敍述如下：

(一) 集團接種法抗病性遺傳檢定試驗

本試驗於民國六十二年第二期作在臺北進行，利用感病品種臺農61號和臺南5號爲母本與抗病品種雜交，其 F_1 並與感病品種回交。在進行抗病性遺傳檢定之前，已獲有 F_1、F_2 和 BC_{P5} 等材料。試驗進行時，將前述材料與親本同時疏播於大型培養皿 (150 mm) 中，每一培養皿播種60～80株苗，分數個培養皿播種，於幼苗長至5～6公分時進行集團接種，待幼苗長至10～15公分時再單本植移植於田間。在移植後五週左右病徵即開始出現，經初步觀察後於距土面5～6公分處將其宿根，使其再生時病徵較明顯，並於宿根後二週 (約插秧後50天) 調查其發病情形。茲將結果列如表一、表二、表三。

表一、供試親本之發病率（集團接種法）

Table 1. The percentage of Yellow dwarf disease infection of parental varieties measured by the mass inoculation method.

供試親本 Test Parents	接種株數 No. of Inoculated Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	發病率 Percentage of Disease Infection
臺農 61 號 Tainung 61 (PS_1)*	39	29	74.4
臺南 5 號 Tainan 5 (PS_2)*	40	27	67.5
Firooz-(1) (PR_1)**	40	0	0

* ……感病品種 (the susceptible parents 1 and 2.)
**……抗病品種 (the resistant parent 1.)

表二、臺農61號 × Firooz-(1) 組合F_1、F_2及BC_{PS1}之抗病性反應（集團接種法）

Table 2. The Yellow dwarf disease reaction of F_1、F_2 and BC_{PS1} of the cross Tainung 61 x Firooz-(1) measured by the mass inoculation method (about 50 days after transplanting).

什交世代 Cross Generation	接種株數 No. of Inoculated Plants	抗病株數 No. of Resistance Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	分離比 Segregation Ratio	X^2 值 X^2 Value	P 值 P Value
F_1	15	15	0			
BC_{Ps1}	84	46	38	1 : 1	1.1626	0.30—0.20
F_2 (A)	308	225	83	3 : 1	0.6234	0.50—0.30
(B)	318	224	94	3‥1	3.5262	0.10—0.05

表三、臺南 5 號 × Firooz-(1) 組合 F_1、F_2 及 BC_{PS2} 之抗病性反應（集團接種法）

Table 3. The Yellow dwarf disease reaction of F_1, F_2 and BC_{PS2} of the cross Tainan 5 x Firooz-(1) measured by the mass inoculation method (about 50 days after transplanting).

什交世代 Cross Generation	接種株數 No. of Inoculated Plants	抗病株數 No. of Resistance Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	分離比 Segregation Ratio	X^2 值 X^2 Value	P 值 P Value
F_1	6	6	0			
BC_{Ps2}	39	19	20	1 : 1	0.0256	0.90—0.80
F_2	125	94	31	3 : 1	0.0027	0.98—0.95

由表一觀之，供試之感病品種經集團接種法檢定結果，其發病率臺農61號爲74.4%，而臺南 5 號爲67.5%，抗病品種 Firooz-(1) 之發病率爲零。感病品種並未達百分之百的發病率。再由表二及表

三觀之，臺農61號 ×Firooz-(1) 及臺南5號× Firooz-(1) 等兩雜交組合之 F_1 均呈抗病性反應，F_2 則均呈3抗病：1感病之分離比；又 F_1 分別與各該雜交組合之感病品種回交，其回交後代皆呈1抗病：1感病之分離比，因此，由兩個雜交組合之 F_1、F_2 及其 F_1 與感病親本回交材料等之幼苗經黃萎病之抗病性檢定，在檢定後五週宿根，然後於宿根後兩週（約揷秧後50天）調查發病情形，結果知黃萎病抗病品種 Firooz-(1) 之抗病性遺傳行爲係受一對顯性抗病因子所支配。

（二） 個體接種法抗病性遺傳檢定試驗

爲進一步證實水稻黃萎病抗病性遺傳行爲，於民國六十三年第二期作利用兩個感病品種臺農61號和臺南5號與兩個抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 之相互雜交材料（即每組合含有 F_1、F_2、BC_{PS} 和 BC_{PR} 等），採用個體接種法進行抗病性遺傳檢定試驗。試驗進行時，將 F_1、F_2、BC_{PS} 及 BC_{PR} 等材料與親本同時播種於塑膠盆（38×30×10cm）中，於幼苗長至 5～6 公分時先行集團接種24小時，然後將幼苗移出，待其長至10～15公分約2～3葉齡時再利用試管行個體接種，然後移植於塑膠盆中，每盆種植5行×10株=50株，如此幼苗均有被帶菌質之媒介昆蟲吸食之機會。茲將供試親本及雜交組合對黃萎病抗病性反應檢定結果，列如表四、表五及表六。

表四、供試親本之發病率（個體接種法）

Table 4. The percentage of Yellow dwarf disease infection of parental plants measured by the individual inoculation method.

供試親本 Test Parents	接種株數 No. of Inoculated Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	發病率 Percentage of Diseased Infection
臺農61號			
Tainung 61 (PS_1)*	39	36	92.3
Firooz-(1) (PR_1)**	40	0	0
Kabara (PR_2)**	40	0	0
臺南5號			
Tainan 5 (PS_2)*	60	50	83.3
Firooz-(1) (PR_1)**	50	2	4
Kabara (PR_2)**	50	0	0

* ……感病品種 (the susceptible parents 1 and 2.)
**……抗病品種 (the resistant parents 1 and 2.)

表五、臺農61號× Firooz-(1) 臺農61號× Kabara 兩完全雜交組合之抗病性分離比（個體接種法）

Table 5. The segregation of resistant and susceptible plants in the reciprocal crosses of Tainung 61 x Firooz-(1) and Tainung 61 x Kabara measured by individual inoculation method. (about 50 days after transplanting)

什交組合 Cross Combination	世代 Generation	接種株數 No. of Inoculated Plants	抗病株數 No. of Resistance Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	分離比 Segregation	X^2 值 X^2 Value	P 值 P Value
臺農61號× Firooz-(1)	F_1	25	25	0			
	BC_{Ps1}	9	6	3	1：1	1.0000	0.50—0.30

Tainung 61 x Firooz-(1)	BC_{PR1}	35	35	0			
	F_2	194	147	47	3 : 1	0.0617	0.90—0.80
臺農61號 × Kabara	F_1	21	21	0			
	BC_{Ps1}	80	42	38	1 : 1	0.2000	0.70—0.50
Tainung 61 x Kabara	BC_{PR2}	23	23	0			
	F_2	195	145	50	3 : 1	0.0426	0.90—0.80

表六、臺南5號× Firooz-(1) 和臺南5號× Kabara 兩完全雜交組合之抗病性分離比（個體接種法）

Table 6. The segregation of resistant and susceptible plants in the reciprocal crosses of Tainan 5 x Firooz-(1) and Tainan 5 x Kabara measured by individual inoculation method. (about 50 days after transplanting)

什交組合 Cross Combination	世代 Generation	接種株數 No. of Inoculated Plants	抗病株數 No. of Resistant Plants	感病株數 No. of Diseased Plants	分離比 Segregation	X^2 值 X^2 Value	P 值 P Value
臺南5號 × Firooz-(1)	F_1	51	51	0			
	BC_{Ps2}	7	4	3	1 : 1	0.1428	0.80—0.70
Tainung 5 x Firooz-(1)	BC_{PR1}	21	21	0			
	F_2	157	114	43	3 : 1	0.4776	0.50—0.30
臺南5號 × Kabara	F_1	7	7	0			
	BC_{Ps2}	63	30	33	1 : 1	0.1428	0.80—0.70
Tainung 5 x Kabara	BC_{PR2}	36	36	0			
	F_2	159	120	39	3 : 1	0.0194	0.90—0.80

由表四觀之，供試親本之感病品種臺農61號和臺南5號的發病率各爲92.3%及83.3%，比集團接種之發病率高。在兩抗病品種中，Kabara 兩次檢定均呈高度抗病性反應，但 Firooz-(1) 在第二次檢定時有2病株（4%）出現。再由表五和表六觀之，兩感病品種臺農61號和臺南5號分別與兩抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 雜交之 F_2 均呈3抗病：1感病之分離比；又各雜交組合之 F_1 分別與抗病親本 Firooz-(1) 和 Kabara 等之回交植株均呈抗病反應，但與感病親本臺農61號與臺南5號之回交植株則呈1抗病：1感病之分離比。由以上四個雜交組合之 F_1、F_2、BC_{PS} 和 BC_{PR} 等材料經黃萎病抗病性個體接種法接種帶菌質昆蟲之檢定結果，顯示抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 等之抗病性遺傳係受一對顯性抗病因子所支配。

討　　論

守中等[1] 創黃萎病簡便的幼苗檢定法，並利用33個日本及外國品種進行田間及幼苗檢定結果之比較，發現兩者間有極顯著的正相關（r=0.618**）。陳等[7] 參照守中等[1] 氏之幼苗檢定法檢定1,430品種，結果發現一般秈稻品種較粳稻品種抗病性强。陳等[7] 並選取室內檢定呈抗病之品種進行田間檢定，結果發現二者呈極顯著之正相關(r=0.46**)，其結果與守中等[1] 之結果相符。在陳等[7]

檢定之 1,430 個品種中，僅發現 C_{4-c4}, Firooz-(1) 及 Kabara 等三個品種不論在室內或田間檢定均呈高度抗病性（無病株發生），本試驗即利用 Firooz-(1) 和 Kabara 兩抗病品種爲抗病親本。

本試驗之感病親本臺農61號和臺南5號在集團檢定試驗時之發病率分別爲74.4%和67.5%，而在個體檢定試驗時之發病率分別爲92.3%和83.3%，由此可知利用個體接種時之發病率高，但都未達百分之百的發病率，其原因可能由於媒介昆蟲的傳病率影響所致。據新海 [8] 自九個不同地區採集之 *N. cincticeps* 試驗結果，其幼蟲取食於病株一日者，傳病率僅達90%左右，而 *N. impicticeps* 之傳病率僅爲70%。抗病品種 Kabara 在兩次個體檢定結果均呈完全抗病性，但 Firooz-(1) 在一次個體檢定時曾有4%的發病率，而陳等 [7] 之報告則無論田間或室內檢定均呈完全抗病性，由此推測 Firooz-(1) 有4%的病株出現，是否由於 Penetrance 的現象所致，則有待進一步的研究。

守中等 [2] 曾利用 Saitamamochi 10 與 Manryo 和 Sanpuku 等之雜交後代進行黃萎病抗病性檢定結果，認爲 Saitamamochi 10 之抗病性係受一對顯性或不完全顯性抗病因子所支配；林等 [5] 利用 C_{4-c3} 爲母本與抗病品種 Firooz-(1), Kabara, IR-944-102-2-3-2 及 IR-1487-194-5-3-2 等雜交調查收穫後之老根檢定結果，認爲水稻黃萎病之抗病性遺傳爲兩對顯性互補因子之相互作用的現象。本試驗利用臺農61號和臺南5號與抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 之雜交後代及回交材料等同時進行黃萎病之抗病性檢定結果，顯示抗病品種 Firooz-(1) 和 Kabara 之抗病性係受一對顯性抗病因子所支配。所得結果與守中等 [2] 之結果相符。

在水稻的許多病害中，經由昆蟲媒介的病害如毒素病等，由於媒介昆蟲的移動性，通常較難用藥劑防治，因此育成抗病性品種乃最經濟而有效的預防方法。此方面工作已有很多的成果，例如國際稻米研究所曾從事數千品種及雜交品系之幼苗對 Tungro 病之抗病性檢定，結果找出 Peta, Bengawan, Tjeremas 及 Pankhari 203等抗病品種，進而利用 Peta 做母本育成抗 Tungro 病之 IR 5 和 IR 8 品種，並更進一步的導入經由幼苗檢定具高度抗病性之品種 Pankhari 203 之抗病因子 [12]。由本試驗之結果知黃萎病抗病性之遺傳係由一對顯性抗病因子所支配。因此，可藉由回交育種法將此等抗病因子導入豐產但感黃萎病的優良水稻品種，在稻作栽培上當可減少黃萎病之感染爲害，進而增加稻米之產量。

參考文獻

1.守中 正、櫻井義郎 1970 イネ黃萎病に對する品種抗抵性と抵抗性の幼苗檢定法。中國農業試驗場報告 E 第6號，p: 57—79。

2.守中 正、鳥山國士、櫻井義郎 1970 イネ黃萎病抵抗性の遺傳に關する研究。育種學雜誌 20：22—28。

3.杉浦己代治、奈須壯兆、脇本哲、飯田俊武 1968 イネ黃萎病に關する研究(講要)。日植病報 34(3)：205。

4.邱人璋、簡錦忠 1971 水稻黃萎病。稻作病害專題研討會講稿集，p: 135—154。

5.林再發、陳慶忠 1975 籼稻抗黃萎病之遺傳。稻作改良年報（六十三年）。臺灣省政府農林廳編印，p: 5—6

6.奈須壯兆、杉浦己代治、脇本哲、飯田俊武 1967 イネ黃萎病の病原について（講要）。日植病報，33（5）：343—344。

7.陳慶忠、何火樹、柯文華、張慶基 1972 水稻黃萎病抵抗性品種檢定。臺灣省臺中區農業改良場彙報第二册。

8.新海 昭 1962 稻ウイルス病の蟲媒傳染に關する研究。農技研報告 C 第14號 P：1—112。

9.飯田俊武、新海 昭 1950 稻黃萎病のツマグロヨコバイによる傳染。日植病報，14：113—114。

10.黑澤英一 1940 臺灣に發生する稻の萎黃病に就て。病蟲雜，27（2）：161—166。

11.櫻井義郎、守中 正 1968 イネ黃萎病の發病とツマグロヨコバイの保毒とに及ぼすテトラサイクリン系統生物質の影響（講要）。日植病報，34（5）：386。

12. Beachell, H. M. 1967. The status of ricebreeding for distease resisance at the International Rice Research Institute. Rice diseases and their control by growing resistant varieties and other mea-

ures. Proc. Symposium on Tropical Agriculture Researches. 1967: 209-216.
13. Chiu, R. J., J. H. Jean. and M. H. Chen. 1966. Transmission of Yellow dwarf of rice by two leafhoppers in Taiwan. Plant Proc. Bull. (Taiwan) 8 (4): 275-286.
14. Hashioka, Y. 1964. Virus diseases of rice in the world. Faculty of Agri. Gifu Univ. P: 1-16.
15. Iida, T. T., A. Shinkai. 1967. Transmission of dwarf, yellow dwarf, stripe and black-streaked dwarf. *in* The Virus Diseases of the Rice Plant. P: 125-129. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
16. Iida, T. T. 1967. Dwarf, Yellow dwarf, Stripe and Black streaked dwarf diseases of Rice. *in* The Virus Diseases of the Rice Plant. P:3-11. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
17. Ling, K. C. 1972. Rice Virus Diseases. IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines. P:106-113.
18. Ling, K. C. 1968. Virus diseases of the Rice Plant. IRRI, Los Banos, Laguna, U. S. A.
19. Ou, S. H., and C. T. Rivera. 1967. Virus diseases of rice in Southeast Asia. *in* The Virus Diseases of the Rice Plant. P:23-33. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, U. S. A.
20. Raychaudhuri, S. P., M. D. Mishra, and A. Ghosh. 1967. Preliminary note on transmission of a Virus disease resembling Tungro of rice in India and other virus- like Symptoms, Plant Dis. Reptr. 57 (4): 300-301.

INHERITANCE OF RESISTANCE TO YELLOW DWARF DISEASE IN RICE

by

Ming-hwa Lin, Chi-lu Chu, and Chin-chung Chien

Summary

This study was designed to investigate the inheritance of yellow dwarf disease in rice. Two susceptible varieties, Tainung 61 and Tainan 5, were crossed with two resistant varieties, Firooz-(1) and Kabara and the F_1's were self-polinated and backcrossed to their respective parents. Seedlings of F_1, F_2, BC_{PS} and BC_{PR} were inoculated with vector insects (*Nephotettix nigropictus* and *N. cincticeps*) for 24 hours. In the first experiment, the seedlings of 5-6 cm in height were inoculated by the mass inoculation method. In the second experiment the seedlings of 10-15 cm in height which were about at 2- or 3-leaf stage were inoculated by the individual inoculation method. Five to six weeks after inoculation, the degree of resitance to yellow dwarf disease was investigated and then the upper part of the plants near the land about 5-6 cm were cut out (ratoon). Two to three weeks later, another detail investigation was made on ratoons. It was found that the resistance of Firooz-(1) and Kabara to yellow dwarf disease was controlled by a single dominant gene.

利用恆溫箱檢定稻苗耐寒性之研究[1]

Ⅰ、水稻類型及苗齡大小對低溫忍受力之差異

許東暉　　邱善美　　鄧耀宗[2]

摘要　採用兩個粳稻及四個秈稻品種爲供試材料。爲培育不同苗齡之稻苗，各供試稻種每隔二天播種一次，共播14次。此等不同苗齡稻苗，係利用恆溫箱（Incubator）控制溫度，同時進行 3°C ，2天的低溫處理，以探討水稻不同苗齡及稻種類型間耐寒力之差異，俾供試驗場所實際從事水稻抗寒育種或有關試驗之參考。試驗結果摘要如下：

1.水稻不同類型或品種間之不同苗齡，對低溫（3°C 處理2天）的反應，發現稻苗在萌芽或幼苗期間之耐寒力很强，以後隨苗齡之增大，對低溫愈敏感，其受害亦愈大。

2.稻苗發育至3葉齡，即第二完全葉完全張開的稻苗，以 3°C低溫處理2天，最易辨別不同類型或品種間抗寒力之强弱。

3.粳稻之耐寒力較秈稻爲强。供試品種中以新竹朮四號（粳稻）的耐寒性較强；秈稻則以新竹矮脚尖耐寒力最强。

前　　言

本省氣溫雖稱溫暖，但每屆冬季時受大陸性冷氣團之侵襲，氣溫常驟降至使播種後之稻種延遲發芽，生育受阻，甚而因之枯萎者時有發生。尤其本省北部與中部，1、2月間的氣溫可降至 5°C左右，經查臺灣省氣象所資料（圖1.係臺灣地區11至3月氣溫變化之情形），根據1938～1952年15年的紀錄統計，在北部受低溫侵襲計有94次，中部118次， 顯示中部的冬季較北部更易出現低溫，且其氣溫下降的程度較北部爲大。就本省地區稻作耕種作業來說，12～2月間，爲第一期作水稻播種、育苗或插秧時期，適值氣溫最低之際，稻苗生長與發育易受抑制，甚而遭受嚴重的寒害。根據統計，於1963年因低溫的侵襲，災害面積高達3,722公頃之多。 由此可知，氣溫之高低對稻作生產之安全性具有決定性之作用。

引入耐寒基因，建立檢定技術，以確保稻米的產量，乃成爲產米國家的共同課題。一般來說，低溫對水稻的影響，以苗期及孕穗期比較嚴重，前者影響秧苗的成活率及發育，後者則直接影響谷粒的形成。水稻苗期耐寒性的檢定方法，因地區發生冷害天然環境的不同，檢定方法亦各異。通常採用冷水槽（美國加州、菲列賓 IRRI、嘉義分所），或在自然環境下以冷水灌溉。本省第一期作苗期遭受的寒害，主要受寒流影響氣溫急速下降，同時夾帶冷風 。 本試驗之目的在以 Incubator 爲冷氣來源，藉以檢定不同類型水稻品種及其苗齡的大小，以尋求最經濟，最迅速與可靠的檢定方法，俾供本省試驗場所實際從事水稻抗寒育種或有關試驗之參考，以改良秈稻品種對低溫之忍受力。

本研究承國家科學委員會及中國農村復興委員會補助經費，謹致謝忱。

1. 試驗報告農試字第七二七號。
2. 臺灣省農業試驗所技士。

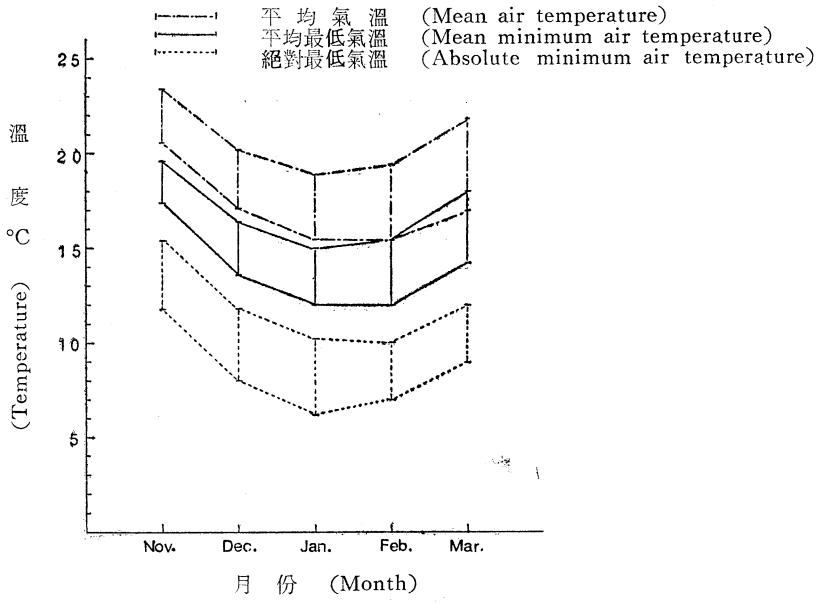


圖1. 臺灣地區11月至翌年3月氣溫之變化情形
(15年平均，1938～1952)

Fig. 1. The temperature of Taiwan area from November to March
(average of 1938～1952)

材料與方法

供試品種，有秈型 TKM 6，新竹矮脚尖（ACC）、臺中在來一號（TN 1）、嘉農秈8號（CNS 8）以及粳型的臺中65號（TC 65），與新竹朮4號（HCW 4）等六個品種。播種前種子先經選種，消毒，浸種與催芽後，選擇發芽良好而整齊者點播於40×20×7公分的鉛盤中。爲培育不同苗齡的稻苗，供試品種，每隔2天播種一次，每品種種植2行，每行25粒，2重複，自5月30日開始至6月25日（1974），前後共播14批稻種，於6月27日調查各稻苗之葉齡與苗高後（如表1），同時移入 3°C 的恆溫箱進行二天的低溫處理，處理期間鉛盤中保持約1公分之水深，以免發生脫水現象。處理完畢後取出置於陰涼處12小時，然後移入網室內，經2星期調查成活秧苗數及生長情形，以比較各品種間耐寒程度。耐寒性以秧苗之成活率（%）表示之。

表1 水稻品種不同播種期與葉齡之關係

Table 1. The effect of sowing dates on the leaf ages of rice varieties

處理代號 Treatment	播種期（月、日） Date of Sowing (Month day)	秧苗日數 Days of Seedlings (days)	T 65		HCW 4		TKM 6		TN 1		ACC		CNS 8	
			葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)	葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)	葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)	葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)	葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)	葉齡 Leaf ages	苗高 Seedling height (cm.)
A	6 25	2	1.0	0.4	1.0	0.5	1.0	0.4	1.0	0.9	1.0	0.8	1.0	0.5
B	6 23	4	1.5	2.5	1.5	3.0	1.4	2.0	1.7	5.3	1.7	4.8	1.5	3.5
C	6 21	6	2.5	7.3	2.5	7.4	2.5	10.2	2.7	7.2	2.8	9.1	2.8	10.2

D	6	19	8	3.1	10.0	3.2	10.0	3.0	13.5	3.0	15.3	3.0	12.3	3.3	12.3
E	6	17	10	3.5	12.0	3.5	12.0	3.2	14.1	3.3	16.3	3.2	15.0	3.5	14.5
F	6	15	12	3.8	14.5	3.7	16.5	3.7	15.5	3.5	18.5	3.4	16.5	3.8	15.0
G	6	13	14	4.0	21.2	3.8	16.8	3.8	21.0	4.0	19.6	3.5	17.0	4.0	16.5
H	6	11	16	4.2	22.3	4.0	22.0	4.0	25.3	4.1	21.3	4.0	21.8	4.0	18.5
I	6	9	18	4.4	26.0	4.2	26.0	4.2	25.6	4.2	22.0	4.2	22.0	4.2	22.2
J	6	7	20	4.5	29.0	4.6	26.5	4.4	27.6	4.8	24.0	4.7	23.0	4.5	23.5
K	6	5	22	5.0	30.5	4.8	28.2	4.9	28.1	5.0	23.9	5.0	24.1	5.0	24.8
L	6	3	24	5.0	28.4	5.0	29.5	5.0	28.5	5.0	24.5	5.0	25.0	5.0	25.6
M	6	1	26	5.2	28.0	5.1	26.4	5.3	28.9	5.5	26.3	5.6	26.0	5.8	27.5
N	5	30	28	5.5	29.5	5.5	28.3	5.8	28.0	5.8	27.2	6.0	28.5	5.9	27.3

結 果 與 討 論

供試臺中65號等六個品種之不同稻苗苗齡，經 3°C 低溫處理二天後之存活率， 示如圖 2 。由圖顯示，最後一次播種，即播種後僅二天，剛萌芽之稻苗(A處理)經處理後，除嘉農秈 8 號品種遭受低溫影響之外，其餘供試品種仍保持100%之存活率。播種後四天（B 處理）的幼苗， 臺中在來一號繼嘉農秈 8 號之後亦開始受低溫影響，其成活率降到68.4%；而其他四個品種對低溫尚無影響。C 處理的稻苗（播種後六天），苗高7～10 cm, ，葉齡已達2.5～2.8（松島），經低溫處理後，除臺中65號依然保持 100%之存活率外，其他供試品種對低溫之反應，以臺中在來一號與 TKM 6 等品種秧苗成活率之下降幅度較大，其成活率分別爲21.7%與63.6%，而嘉農秈 8 號則僅餘20%，新竹矮脚尖與新竹籼 4 號稍受影響，其存活率分別爲91.3%與79%。由此觀之，2～3 葉齡的稻苗，尚未能很明顯地辨出品種間對低溫抵抗性的程度。D 與 E 處理（播種後 8～10天）的稻苗，葉齡已在 3～3.5之間，即稻苗之第二完全葉已展開之際，在此時所有供試品種對低溫已有相當明顯的影響，諸如 TKM 6、嘉農秈 8 號與臺中在來一號等品種之成活率已急速下降，接近全部枯萎的程度；但臺中65號與新竹籼四號對低溫的反應，僅受輕微的影響，仍有86.3%與82.6%之存活率，而新竹矮脚尖之成活率爲54.4%，由此可認爲新竹矮脚尖在秈稻品種中是一個頗爲耐寒的品種。由以上結果可以看出，3 葉齡期之稻苗最能明顯的區分品種間耐寒力之强弱，換言之，測定水稻品種間耐寒性之强弱，以 3 個葉齡期最易區分抗寒與不抗寒兩羣。F 與 G 處理者，葉齡期已達 4 左右，在此苗齡的稻苗經低溫處理的結果，除臺中在來一號等三個品種已全部枯萎外，臺中65號與新竹籼四號等品種亦開始對低溫有極顯著的影響，其成活率僅剩55%與40%。H處理者，二粳稻品種，隨苗齡增加對低溫之反應亦愈大，其成活率已降至6.2%與13.6%，但新竹矮脚尖仍保有59%之存活率。 I 處理的秧苗（20天的秧苗），葉齡值爲4.2～4.4，新竹矮脚尖對低溫之反應與H處理相似，但臺中65號與新竹籼四號的成活率又開始回升，尤其後者提高至50%。J 處理者，新竹矮脚尖的受害較爲嚴重，成活率急速下降至12%。至於 K 處理，供試材料已達五個葉齡，臺中65號的成活率已降至 0%，而完全枯死，新竹籼四號與矮脚尖則尚有21%與 8 %之存活率。至 L 與 M 處理該兩品種的受害率大致相似。此可能由於水稻種類及品種之不同，而各有其不同的生態特性所致。

供試六個品種，其經二天 3°C 低溫處理的結果，其成活率具有顯著之差異，屬粳稻型的臺中65號與新竹籼四號等品種，在 D 處理仍保持86～90%的存活率； 但秈型稻除新竹矮脚尖尚有75%存活

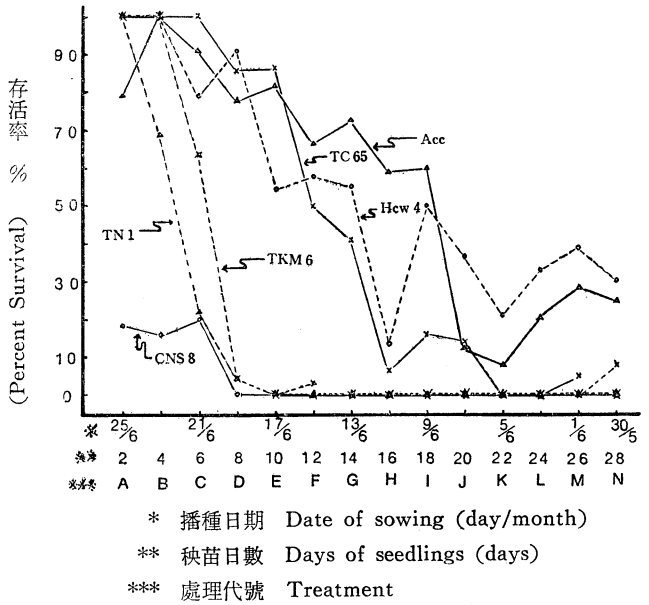


圖2. 不同苗齡期之水稻品種經 3°C 2天處理後之存活率。
Fig. 2. Percent survival of rice varieties subjected to 3°C 2 days treatment for various leaf ages

率之外， TKM 6、臺中在來一號與嘉農秈8號等品種已降至0～4.5%之間。由此可知水稻類型間之抗寒力雖有顯著差異，但類型內不同的品種，其抗寒的程度，往往有很大的差別，尤其是秈稻品種。供試粳稻中，稻苗在3～4葉齡前，臺中65號的抗寒力較新竹朮四號爲强，但4葉齡之後却相反，即新竹朮四號反較臺中65號爲强；秈稻則以新竹矮脚尖之耐寒性最强，嘉農秈8號最弱。此結果與過去試驗的結果，粳稻較秈稻爲抗寒相吻合。

綜合上述試驗結果獲得一個趨勢，不同苗齡之秧苗，或不同類型的水稻品種，不論其耐寒程度如何，在萌芽期間非常耐寒，至3個葉齡時（即第二完全葉已展開的稻苗），處於低溫，可明顯地分辨出品種間對低溫抵抗之程度，隨後隨稻苗齡的增加，對低溫之反應愈敏感。此項結果與臺灣大學在人工氣象室的試驗結果相吻合。由此可證明，以恆溫箱控制溫度的方式，供水稻秧苗耐寒性之檢定，頗能符合實際。

五、參 考 文 獻

(1) Adair, C. R. (1968): Testing rice seedlings for cold water tolerance. Crop Sci. 8: 264-265.
(2) Hodges, H. F., Svec, L. V., & Barta, A. L. (1970): A technique to determine cold hardiness in plants. Crop Sci. 10: May-June.
(3) Kaneda, C., Beachell Henry M. (1974): Response of Indica-Japonica rice hybrids to low temperatures. SABRAO Journal 6 (1), 17-32.
(4) Mazur, P.: Freezing injury in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 20: 419-448.
(5) Olien, C. R. (1966): Freezing stresses and survival. Annu. Rev. Plant Physiol. 387-408.
(6) Ormrod, D. P. & Bunter, W. A. (1961): The evaluation of rice varieties for cold water tolerance Agr. J. 53: 133-134.

（7）角田公正、藤村謙之輔、中堀登示光、小山田善三（1968）水稻の耐冷性檢定方法に關する研究。日本育種學雜誌18（1）：33—40。
（8）蓬原雄三、鳥山國士（1964）：水稻における耐冷性檢定方法に關する研究。日本育種學雜誌14（3）：26—32。
（9）于景讓（1974）：植物對於不適溫度的反應及可能的治療方法。科學農業22（5—6）：223—233。
(10) 張新雄、顧元亮、賴光隆（1974：水）稻秧苗抗寒性之研究。Ⅰ.不同苗齡及類型品種間抗寒力之差異。中華農學會報新86：19—26。
(11) 陳榮波（1965）：臺灣水稻災害調查方法之研究。臺銀季刊16（2）：219—254。
(12) 張萬來、李宗雄：水稻品種低溫容忍性檢定試驗 61年稻作改良年報，省農林廳編印119—122。
(13) 臺灣累年氣象報告：臺灣省氣象所。

A STUDY ON THE TOLERANCE OF RICE SEEDLINGS TO THE CHILLING TEMPERATURE BY MEANS OF INCUBATOR

I. Temperature Response at Different Seedling Ages

by
T. H. Hsu, S. M. Chiu, Y. C. Teng

Summary

Two *japonica* and four *indica* type varieties of rice, were used to study the response of rice seedlings of various ages for tolerance against chilling temperature. Fourteen batches of seedlings raised at 2 days intervals were treated at 3°C for 2 days in an incubator.

The results obtained were summarized as follows:

1. The younger the seedling age, the more tolerant to chilling injury, and severe injury was observed in the older seedlings.
2. The rice seedlings of 3-1eaf ages were found to be most suitable to distinguish the varietal difference in cold resistance, because the difference in survival rate between tolerant and susceptible varieties was the largest at this stage.
3. In general, *japonica* varieties showed higher survival rate, indicating that they tolerate more to the low temperature than that of *indica* varieties. Hsinchu glutinous 4 was found to tolerate more than Taichung 65 within *Japonica* varieties, while, Hsinchu-Ai-Chueh-Chien toleranted the most to the low temperature within the *Indica* varieties tested.

水稻品種耐鹽性之研究

楊 遜 謙

摘要 爲探求水稻品種（系）耐鹽測定方法，了解品種間之耐鹽性以及耐鹽育種應用上之可行方法，採用三種不同方法加以觀察、比較，以供抗鹽育種之參考。

1.土壤含鹽乾土重 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%等5處理，濃度愈高，鹽害愈速而嚴重，以0.3%處理較恰當。

2.三種測定方法結果大致相同，以秧苗灌注鹽水法較爲理想，且多數個體可同時進行。

3.不同生育期與耐鹽性之關係，植株愈大抗性增强，以4葉秧苗檢定成績較佳。

4.品種檢定結果以 Hasawi 之抗鹽性最强。

本省西部之沿海鹽分地，據臺灣土壤概圖所示1965[5]，中部自梧棲一直南下至岡山之沿海地區，約有5萬公頃鹽分地，尤其雲林、嘉義縣一帶之沿海分佈最廣。據王世中氏之研究，本省鹽鹼土造成之基因是由海水所造成，西部漫長之沿海地域，每有海水倒灌而侵襲沿海耕地，造成沿海耕地土質含鹽之主要原因。在政府提倡加速農村建設，提高糧食生產之今日，加强輔導沿海地區稻米生產，實爲當前急務。又政府目前正積極開發海埔新生地，據新竹農業改良場 1966 報告[6]，臺灣海埔地總面積約有66,000公頃，其中可資開發者，估計約有44,000公頃。目前已開發海埔新生地，其PH約爲 7.8～8.3 之間；含重鹽分地電導度爲 8mmhos/cm 以上，而作物能生長之電導度在 4～8 mmhos/cm 之間，超過 8 mmhos/cm 重鹽分地之利用頗受限制，如果將此類土壤加以土質改良，須考慮其經濟價值。

本省水稻育種事業發達，已育成許多優良抗病、抗蟲水稻品種，但這些推廣品種至今尚無適合於鹽分地種植者，因此沿海鹽分地水稻栽培仍採取洗鹽法，但如土面不平易引起鹽害[11]，又限於自然環境，氣候以及經濟等關係，無法達到預期效果，屢聞沿海地區水稻遭受鹽害情事，因此最經濟有效者乃栽培抗鹽品種。爲配合糧食增產政策，水稻抗鹽性品種之改良，仍爲目前最切實而迫切需要之課題。

至目前爲止，本省水稻抗鹽育種工作，尚無一套簡便而實用之資料，如抗鹽性品種之檢定與抗鹽性雜交後代淘汰，選拔等技術上問題，尚缺少有用參考資料，實有加以進一步了解之必要，以便建立抗鹽育種法之體系，使各農業試驗場所水稻育種人員採用抗鹽性育種工作時，有可循之途徑，不必一一從頭做起。

研 究 方 法

一、土壤鹽分含量對水稻種子發芽與生長試驗：

供試品種爲 Hasawi、Pokkali、嘉農秈6號、8號、11號、嘉農秈育12號、13號、14號、系比611218、臺南5號、臺中在來1號。

試驗方法如下：（1）採用 60cm×30cm×5cm 播種盤，行株距 5cm×15cm、重複兩次。（2）土壤採用本分所稻田砂質壤土，乾燥後加入定量之食鹽（NaCl）。（3）土壤處理分爲0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%及 Ck 等6處理。（4）以 Hasawi 爲抗鹽對照品種，臺中在來1號爲非抗鹽對照品種。

本研究承農復會補助，本文蒙李所長良校正，謹此一併致謝。

1.試驗報告農試字第七二八號

2.臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所技士

二、土壤鹽分含量與秧苗移植成活影響試驗：

供試品種：與試驗1相同。

試驗方法：將供試品種播種於一般土壤之平盤中，待秧苗長至3～4葉時，移入0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%及 Ck 等，觀察秧苗在不同處理鹽分土壤中之成活率。

三、秧苗灌注不同處理鹽水試驗：

供試品種：與試驗1相同。

試驗方法：將供試品種直播於播種盤內，待秧苗長至3～4葉時以土壤重 0.1%、0.2%、0.3% 0.4%、0.5%鹽加水充分溶解後灌注於各處理中，以測定秧苗之耐鹽性。

四、水稻不同生長時期耐鹽性試驗：

供試品種： Hasawi 、嘉農秈6號。

試驗方法：分爲(1)催芽直播，(2)秧苗4葉，(3)分蘗期，(4)孕穗期等，分別在各生長階段加入土壤重0.4%之鹽溶解於水中均勻灌注，以觀察不同生育時期之耐鹽性。

五、水稻品種耐鹽性檢定

供試品種：嘉農秈8號等151品種（系）。

試驗方法：將供試品種直播於 60×30× 5cm 之平盤中，行株距 3 × 1.5cm ，每品種播種20株，重複兩次，待秧苗長至3～4葉時加入土壤重0.4% 之鹽充分溶解於水中均勻灌注，調查品種之耐鹽性。

調查標準：水稻鹽害病徵在 EC<8mmhos/cm 葉尖發白，心葉乾枯； EC>8mmhos/cm 時則生育嚴重受阻，萎凋乾枯。根據上述結果，本試驗進行中秧苗調查標準暫分爲4級：

1級：葉青、生育未受影響。

2級：葉尖白化、葉子捲。

3級：嚴重之枯萎，部份枯死。

4級：全部枯死。

土壤處理：

處理別	加鹽百分比	PH 值	EC mmhos/cm
1.	0	6.9	0.8
2.	0.1	6.7	7.15
3.	0.2	6.5	12.3
4.	0.3	6.4	13.9
5.	0.4	6.3	21.2
6.	0.5	6.2	24.9

註：加鹽百分比爲乾土重之百分比，PH 值及 EC 是以土壤飽和抽出液測定。

試驗結果

一、土壤鹽分含量對水稻種子發芽與生長試驗

種子直播在不同處理0.1～0.5%之鹽土中，其發芽率並無明顯之差異， 0.5%時只有嘉秈6號、

8號、嘉農秈育12號、13號等4品種（系）略差，如表一。發芽率雖未受影響，但發芽緩慢不齊，顯然已受到抑制。發芽後繼續在鹽土生長至20天、26天、37天調查鹽害結果，如表二。

表一、土壤含鹽濃度對水稻種子發芽率之影響

品種（系）名稱	0%（Ck）	0.1 %	0.2 %	0.3 %	0.4 %	0.5 %
Hasawi	100	95.0	96.7	95.0	96.7	96.7
Pokkali	100	100	100	100	98.4	96.7
嘉農秈育14號	100	98.4	96.7	98.4	100	100
嘉農秈育10號	100	100	100	100	100	100
嘉農秈育13號	100	98.4	100	96.7	100	90.0
嘉農秈6號	96.7	98.4	100	100	98.4	93.4
嘉農秈8號	100	100	100	98.4	98.4	93.4
嘉農秈11號	100	98.4	100	100	100	100
嘉農秈育12號	98.4	98.4	100	100	98.4	93.3
臺南5號	98.4	100	100	98.4	98.4	98.4
系比611218	100	98.4	100	100	100	96.7
臺中在來1號	100	98.4	93.4	95.0	100	96.7

表二、水稻種子在不同濃度鹽土內發芽後秧苗之鹽害調查結果

品種(系)名稱	0.1 %			0.2 %			0.3 %			0.4 %			0.5 %			0 %
	20天	26天	37天	20天	26天	37天	20天	26天	37天	20天	26天	37天	20天	26天	37天	Ck
Hasawi	1.0	1.0	1.2	1.0	1.15	1.2	1.0	1.5	2.5	1.2	2.0	2.5	1.2	1.5	2.25	1.0
Pokkali	1.0	1.35	1.6	1.2	1.5	2.0	1.5	2.25	4.0	2.0	2.5	3.95	2.0	2.75	4.0	1.0
嘉農秈育14號	1.2	1.5	1.75	2.5	2.5	2.75	2.3	3.25	4.0	3.25	3.9	4.0	3.65	3.95	4.0	1.0
嘉農秈育10號	1.2	1.65	2.25	2.0	2.25	2.5	2.8	3.25	4.0	3.5	3.85	4.0	3.65	3.95	4.0	1.0
嘉農秈育13號	1.35	1.75	2.25	2.25	2.25	2.75	2.9	3.55	4.0	3.8	4.0	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0
嘉農秈6號	1.65	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	3.0	3.65	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈8號	1.5	2.25	2.25	2.5	2.75	3.15	3.0	3.9	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈11號	1.5	1.75	2.25	2.25	2.75	3.0	2.75	3.25	4.0	3.85	3.85	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0
嘉農秈育12號	1.5	1.5	1.75	2.25	2.25	2.75	2.5	3.0	4.0	3.5	3.75	4.0	3.8	3.9	4.0	1.0
臺南5號	1.5	1.5	2.0	2.5	2.75	3.2	2.75	3.65	4.0	3.65	3.95	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0
系比611218	1.2	1.5	2.25	2.75	3.0	3.5	3.25	3.85	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
臺中在來1號	1.35	2.0	2.25	2.75	2.85	3.5	3.0	3.7	4.0	3.9	4.0	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0

Hasawi、Pokkali在 0.1%20天調查時不受影響，37天時受害較輕，其他品種亦在 2.25級以內，僅葉尖發白，第 1 葉枯萎，無整株枯死現象。濃度 0.2%時，除 Hasawi 外，其餘各品種（系）生長均受抑制，部份植株枯死，較嚴重者已全部枯死， 如臺中在來 1 號、系比 611218等。濃度達 0.3%以上時， 各品種（系）在播種後20天已逐漸顯示嚴重枯萎現象， 但 Pokkali 較輕。 播種後37天除 Hasawi 在 2.5級外，其他品種全部枯死。本試驗顯示品種與處理間有明顯差異。又土壤鹽分濃度愈高，則生存時間愈短，即0.4與0.5%二處理，其反應差異不大，多半在26天內枯死， 0.3%時，生長37天方枯死。

二、土壤鹽分含量與秧苗移植成活影響試驗

秧苗長至 3 ～ 4 葉時，移植於土重0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 之鹽土及對照區中，結果如表三。各品種成活率達90%以上，可知土壤含鹽在0.1～0.5%範圍之內，秧苗移植，成活不受影響。移植後18天開始葉捲現象，移植後第25天、30天、40天之鹽害調查如表四，可看出秧苗移入 0.1%之鹽土後，除嘉農秈 8 號、11號、嘉農秈育12號、系比611218等生長稍受抑制外，其他品種（系）影響不大。0.2%處理40天，調查結果，除 Hasawi 未受影響外，其他品種生長嚴重受阻，而且多半已達枯死。在 0.3%以上，處理區各品種生長均受到嚴重阻礙，約在30天左右全部枯死。

表三、土壤含鹽濃度對秧苗移植成活率之影響

品種（系）名種	0%(CK)	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	捲葉時期（移植後日數）				
							0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%
Hasawi	90	95	90	100	100	100	—	—	—	17天	17天
Pokkali	100	95	95	90	90	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈育14號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈育10號	100	100	100	90	100	95	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈育13號	95	100	100	100	95	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈 6 號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈 8 號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈11號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
嘉農秈育12號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
臺南 5 號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天
系比611218	100	100	100	100	100	95	18天	18天	17天	17天	17天
臺中在來 1 號	100	100	100	100	100	100	18天	18天	17天	17天	17天

表四、水稻秧苗移植於不同濃度之鹽土後鹽害調查結果

品種(系)名稱	0.1 %			0.2 %			0.3 %			0.4 %			0.5 %			0 %
	25天	30天	40天	25天	30天	40天	25天	30天	40天	25天	30天	40天	25天	30天	40天	CK
Hasawi	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.95	2.95	1.75	3.0	3.25	2.5	3.25	3.7	1.0
Pokkali	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	3.1	2.75	3.95	4.0	3.25	4.0	4.0	2.25	3.9	3.95	1.0
嘉農秈育14號	1.2	1.2	1.35	1.2	1.2	3.0	2.75	3.9	4.0	3.4	3.95	4.0	3.5	4.0	4.0	1.0
嘉農秈育10號	1.2	1.2	1.35	1.35	1.5	2.5	3.25	3.95	4.0	3.7	4.0	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0
嘉農秈育13號	1.35	1.35	1.35	1.6	1.75	2.25	3.0	3.9	4.0	3.65	4.0	4.0	3.8	4.0	4.0	1.0
嘉農秈6號	1.35	1.35	1.35	1.85	2.5	3.25	3.5	4.0	4.0	3.85	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈8號	1.75	1.75	1.75	2.25	3.85	4.0	3.85	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈11號	1.75	1.75	1.75	2.75	3.45	3.45	3.45	3.95	4.0	3.85	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈育12號	1.6	1.6	1.75	2.5	3.25	3.75	3.7	3.9	4.0	3.7	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
臺南5號	1.2	1.2	1.2	1.6	2.1	3.75	3.45	3.75	4.0	3.8	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
系比611218	1.35	1.6	2.25	2.25	3.5	4.0	3.45	3.95	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
臺中在來1號	1.35	1.35	1.35	2.0	2.75	4.0	3.25	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0

三、秧苗灌注不同處理鹽水試驗：

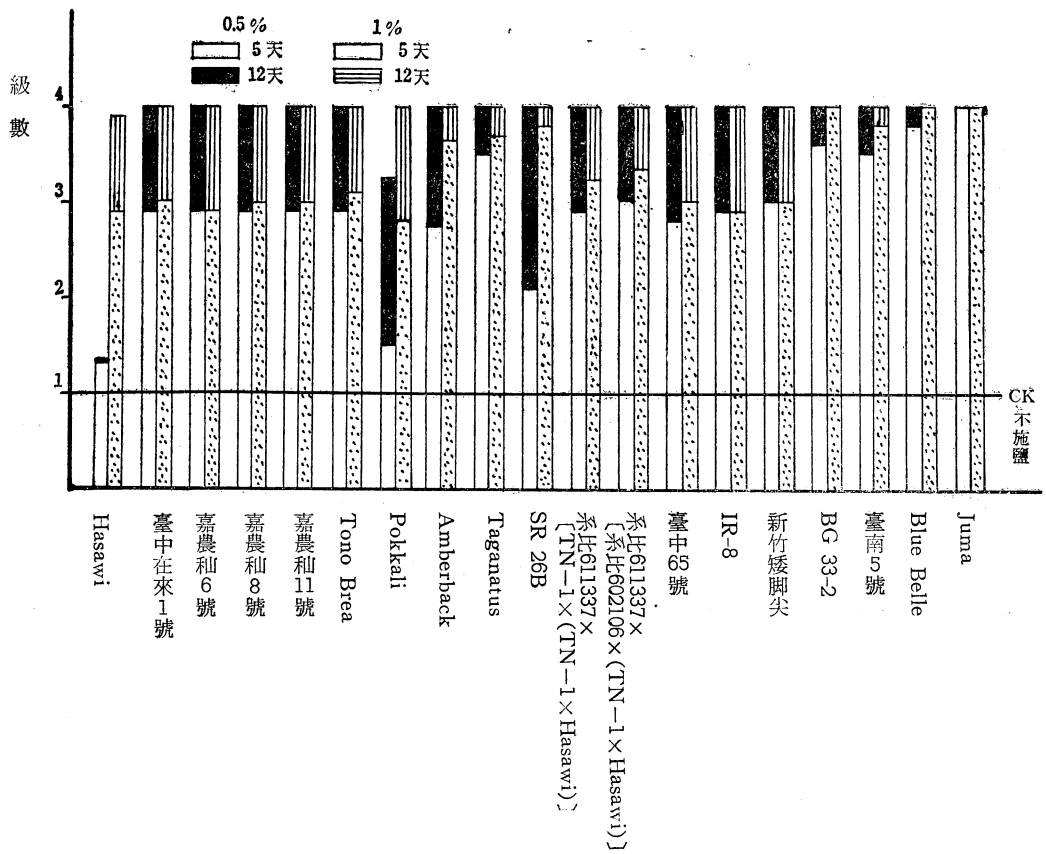
秧苗長至3～4葉時灌注不同濃度之鹽水，所得結果如表五。在 0.1%處理區各品種生長均不受影響，0.2%開始，除 Hasawi 外大部份品種生育已受抑制，葉尖發白捲捲，如臺南5號、臺中在來1號、嘉農秈6號、系比611218、嘉農秈育10號等呈顯中度之鹽害。 0.3%處理區除 Hasawi外，其他品種均受嚴重鹽害，多數品種部份或全部枯死。0.4～0.5%處理之結果大致相仿，在20天左右時已枯死。另增加高濃度處理 0.5%及1%以觀察秧苗在高濃度鹽分地之生存能耐，結果如圖一。本試驗分爲灌注後5天及12天調查二次，在灌注鹽水後3～4天即開始捲葉，大部份品種受鹽害嚴重，10天左右大部份枯死，由此推斷目前栽培水稻品種中幼苗無法在 0.5%以上鹽分土壤中繼續生長。

表五、灌注不同濃度之鹽水對秧苗生育之影響

品種(系)名稱	0.1 %			0.2 %			0.3 %			0.4 %			0.5 %			0 %
	10天	15天	25天	10天	15天	25天	10天	15天	25天	10天	15天	25天	10天	15天	25天	CK
Hasawi	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	1.0
Pokkali	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	1.75	1.35	1.35	2.75	1.85	3.0	4.0	2.0	2.5	3.5	1.0

嘉農秈育14號	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.35	2.25	2.75	3.5	3 4	3.95	4.0	3.25	3.9	4.0	1.0
嘉農秈育10號	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	2.75	3.45	3.5	3.95	4.0	3.7	3.95	4.0	1.0
嘉農秈育13號	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	2.75	3.0	3.7	3.6	4.0	4.0	3.75	4.0	4.0	1.0
嘉農秈6 號	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.75	2.75	3.95	3.65	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	1.0
嘉農秈8 號	1.0	1.0	1.0	1.75	1.75	1.75	3.4	3.9	4.0	3.85	4.0	4.0	3.9	4.0	4.0	1.0
嘉農秈11號	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	3.25	3.5	3.95	3.5	3.95	4.0	3.8	4.0	4.0	1.0
嘉農秈育12號	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	1.5	3.0	3.0	3.0	3.25	3.85	4.0	3.5	3.95	4.0	1.0
臺南5 號	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	2.0	2.5	2.75	3.9	3.55	3.9	4.0	3.25	3.95	4.0	1.0
系比611218	1.0	1.0	1.0	1.75	1.75	3.0	3.0	3.4	4.0	3.65	4.0	4.0	3.7	3.95	4.0	1.0
臺中在來1 號	1.0	1.0	1.0	1.35	1.35	2.75	2.9	3.4	4.0	3.25	3.95	4.0	3.85	4.0	4.0	1.0

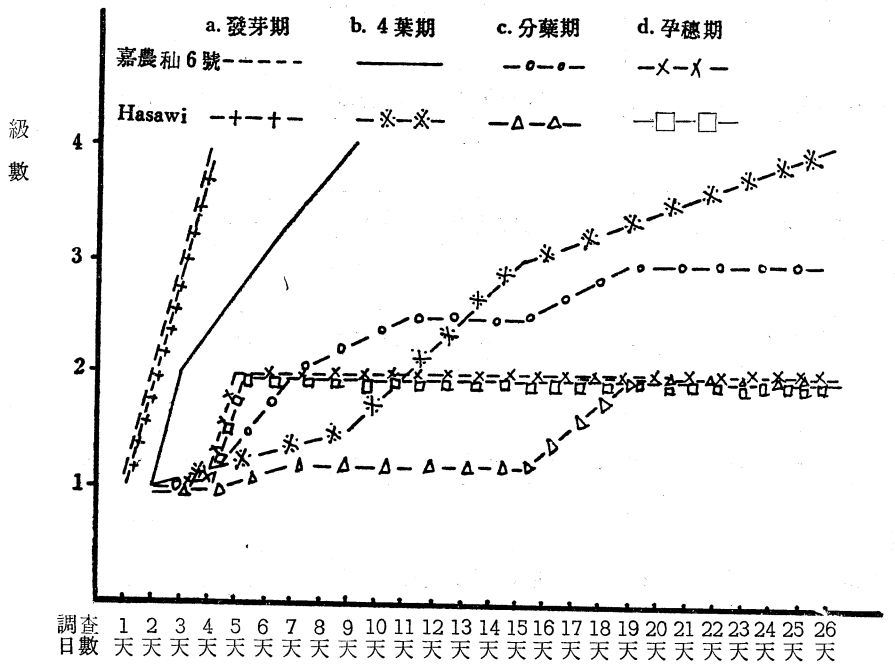
圖一、灌注不同濃度之鹽水對秧苗生育之影響



四、水稻不同生長期耐鹽性試驗：

根據試驗結果如圖二、a. 種子經催芽後播種於鹽土內者均不能生長，幼芽在 3～4 天內全部枯死。b. 秧苗 4 葉時加鹽，嘉農秈 6 號於 9 天左右枯死，Hasawi 在第15天已有 $\frac{2}{3}$ 枯死。c. 分蘖期加鹽者於第 3 天嘉農秈 6 號已有少數葉尖發白呈鹽害病徵，第 20 天時部份枯死， Hasawi 則一直停留在 2 級之鹽害度，雖不再分蘖，但尚能孕穗以及抽穗。d. 孕穗期加鹽，嘉農秈 6 號、Hasawi 均於 5 天內發現鹽害病徵，被害度一直停留在 2 級之間，生育雖受阻，尚能繼續抽穗，但嘉農秈 6 號於調查結束後枯死。

圖二、水稻不同生長期與耐鹽性之關係



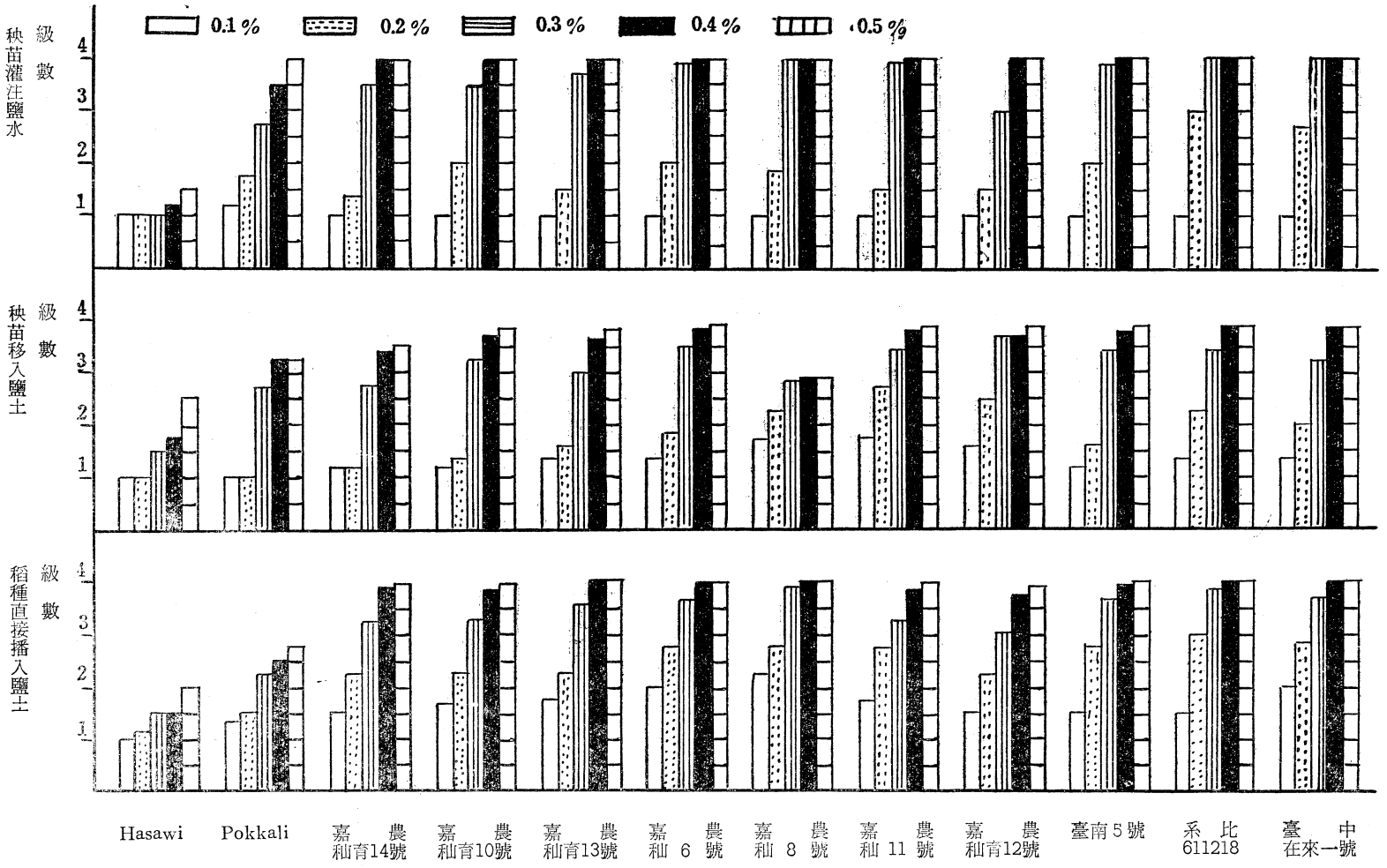
五、品種耐鹽性之檢定：

供試 151 品種（系），採用平盤直播，待秧苗長至 3～4 葉時灌注土重 0.5% 鹽水，結果僅有 Hasawi 一品種列二級，一及三級無，其餘均列四級。可見目前十分缺乏耐鹽性品種，亦爲限制海埔地開發利用之一大原因。

討　論

一、水稻耐鹽測定方法之比較　根據試驗結果，水稻種子未經催芽直接播於鹽土，其發芽率雖未受影響，但發芽緩慢不齊，顯然已受到抑制。據 Narale 等1969 [3] 之報告，稻種在土壤 EC4.5～8.9mmhos/cm 鹽土中發芽稍受影響，EC 在 59.5 mmhos/cm時發芽率完全被抑制。本試驗之處理 0.5% EC 達 24.9mmhos/cm，其發芽率雖未受到影響，但已有抑制現象，其結果大致與 Narale等報告相似，因此水稻之耐鹽性不能以稻種發芽率表示。三種測定方法（1）稻種直播法，（2）秧苗移植法，（3）秧苗鹽水灌注法，結果相當一致（如圖三），惟三種方法所需時間不一，（1）法只需25天，（2）法須加上秧苗期，約需40～55天，在時間上第（1）法雖最短，但因發芽緩慢不齊，故實用上則以第（3）法較爲理想。

圖三、三種不同抗鹽檢定法之比較



二、加鹽濃度比較據臺南區農業改良場土壤肥料股提供之資料，臺灣沿海岸鹽土之 EC 在 4mmhos/cm 以下者爲正常， 4～6mmhos/cm 者爲輕鹽土， 6～8mmhos/cm 者爲中鹽土， 8 mmhos/cm 以上者爲重鹽土，目前沿海地區能生長經濟作物者，一般在 4～8mm hos/cm之間。本試驗以本分所土壤加土重0.1%之食鹽後 EC 達 7.15mmhos/cm ，屬中鹽土，加 0.2% 以上者則 EC 達 12.3mmhos/cm 以上，屬重鹽土，加鹽愈重， 土壤 PH 值則隨之降低，與 Hassanete [4] 1972 之結果相符。供試12品種（系）由表二、三、四、五中可了解除 Hasawi 之外， 其餘品種均不能生長於 0.3%以上之加鹽處理中， Hasawi 雖在0.5%處理中仍然呈綠葉，實際內部組織已遭生理損害，生育受阻，停止生長，無法再長出新葉及分蘖。又品種耐鹽性檢定以 0.4% 加鹽檢定結果，供試151品種（系）均受嚴重鹽害，除 Hasawi 外全部枯死，故耐鹽性檢定濃度以 0.3處理較爲適當。又就目前沿海地區 EC 而言，本試驗0.2%處理已超出範圍，但室內檢定結果是否與當地結果一致，有待今後證明。

三、不同生長時期與耐鹽性關係 根據試驗結果顯示稻植物體愈大對鹽的抗性增强，幼芽時期抗鹽性最差，且過於嚴重，對檢定耐鹽性無法實用。秧苗 4 葉期之利用價值較高。據 Balal et al 1974 [2] 之報告，水稻秧苗時期耐鹽力最差，又張等1974 [12] 報告，秧苗耐寒性隨著苗齡之增加而減弱，以 4～5 葉最弱，與本試驗吻合（如圖二），故秧苗耐鹽性檢定以 4～5 葉比較恰當。

參 考 文 獻

1. Ponnamperuma F. N. 1974 Problem Rice Soils International Rice Research Conference April 22-25.
2. Balal M. S, I. S. Ahmed and K. Toriyama 1974 Rice Breeding for Tolerence to soil Salinity in Egypt International Rice Research Conference April 22-26.
3. Narale. R. P, T. K. Subramangam and R. K. Mukherjee 1969 Influence of Salinity on Germination, Vegetative Growth and Grain Yeild of Rice (Oryza sative var Dular) Agron. J. 61:341-343.
4. Hassan. N. A. K, J. V. Delno Kundsen and R. A. Olsen. 1970 Influence ofsoil salinty on Production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn: I Barisy (Hordeum Vulgare L.) Agron. J. 62: 43-45.
5. 臺灣農業要覽第2輯土壤肥料 1965 臺灣省農林廳P. 61～63.
6. 臺灣農業 1966 臺灣省農林廳（2卷1期）P. 162～163.
7. The International Rice Research Institute Annual Report for 1973 p 100-103.
8. 鹽分地改良暗渠排水 1972 臺灣農村（8卷4期） P. 37.
9. 嘉義海埔地在新生 1974 臺灣農村（10卷3期） P. 40.
10. 鹽分地的改良 1959 臺灣農村（5卷1.2期） P. 24.28.
11. 臺灣海埔新生地農耕土壤施肥之研究 李珏清 1965 臺灣肥料股份有限公司研究專報第25號。
12. 水稻秧苗抗寒性之研究 1974 張新雄、顧元亮、賴光隆 中華農學會報新86期、P. 19～25.

TESTING RICE VARIETIES FOR SALINITY TOLERANCE

by

S. C. Yang

Summary

Three methods were employed to test the resistance of rice varieties to salt in order to find a suitable way to screen the rice varieties or lines which were used in rice breeding progrom for salt resistant.

1. Five different treatments, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5% of salt compared to total dry weight of soil, were employed to investigate the resistance of rice to salt. The injury of salt to rice plant was increased, when higher degree of salt was added. It was found that 0.3% salt treatment could be used in the screening program.
2. The result indicated that irrigated rice seedlings with salt solution was best and most convenience and large number of rice plant could be test. The results of three methods, however, showed almost same.
3. The resistant of ability of rice plant to salt was increased, when crop grow older. The best stage to test their resistance was at 4-leaf stage of rice seedling.
4. The most resistant rice variety was Hasawi according to this investigation.

---

1. Serial No. 728

2. Agronomist, Chia-Yi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute.

長粒型秈稻異常發生穗稻熱病之調查及其病原菌生理型之研究[1]

簡 錦 忠[2]

摘要 民國六十三年第二期作於臺南、嘉義、雲林及南投等四縣栽培之長粒型秈稻（嘉農秈8號及11號）異常發生穗稻熱病，嘉農秈8號之栽培面積1,702.0公頃中，受穗稻熱病爲害者高達74.83%，而嘉農秈11號之栽培面積4,270.3公頃中，發生面積爲28.95%，由此可知其嚴重性。此兩種稻品種發生穗稻熱病之特性，在被害穗之葉節部位受病原菌之侵害（所稱葉節稻熱病）頗普遍。

自被害稻穗分離所得菌株，經對16判別稻種測定結果，可類別爲五羣（Groups），包括21種不同生理小種（Races），其中新出現之生理小種有五種之多。在21種生理小種中，屬於 I 羣者13種， T 羣2種，K 羣4種，N 及 A 羣者各1種。侵害嘉農秈8號及嘉農秈11號之主要稻熱病菌生理型，前者爲 Race55及51，後者爲 Race 51及 31等。由此可知可侵害印度型稻之生理型頗多，今後對稻熱病之發生消長，吾人需特別提高警覺。

前 言

近年來稻作育種家極重視品種間抗病、蟲害之問題，期能育成既抗病蟲害又豐產之優良品種。民國六十二年（1973）嘉義農業試驗分所曾育成長粒型秈稻，嘉農秈8號（係自 IR 661-1-140-3 系統分離）和嘉農秈11號（IR 8 與 IR 9-60雜交）兩品種，其優點係豐產，對葉稻熱病之抵抗力比一般推廣品種强；後者之抗蟲性（對褐飛蝨）頗佳 (4)，是近年來育成品種中最爲成功之稻種。自民國六十三年第一期作推廣後，頗受農民重視及歡迎。但同年第二期作栽培地區（臺南、嘉義、雲林及南投等縣），部份發生嚴重的穗稻熱病，其產量頗受影響。過去本省稻熱病主要發生於第一期作，而第二期作在平地發生極爲輕微，何以長粒型秈稻於第二期作發生穗稻熱病，其與稻熱病病原菌生理型之影響如何，頗有探討之必要。

本試驗進行中，栽培地區的實地發生狀況調查工作係蒙臺南區農業改良場黃杉芪先生及臺中區農業改良場楊涌祚先生負責，始能完成，謹此誌謝。

長粒型秈稻穗稻熱病發生調查

1. 發生面積調查

民國六十三年第二期作長粒型秈稻栽培最多者爲臺南及臺中兩地區。臺南區包括雲林、嘉義及臺南等三縣，由臺南區農業改良場黃杉芪先生負責實地調查。臺中地區主要係南投縣，由臺中區農業改良場楊涌祚先生負責實地調查該地區內秈稻穗稻熱病之發生程度。其結果列於表一。

1.試驗報告農試字第七二九號。

2.臺灣省農業試驗所技正。

表一、臺南、臺中地區六十三年第二期秈稻穗稻熱病發生面積

Table 1. The panicle blast infected acreage in Tainan and Taichung in the second crop of 1974

縣別 Prefecture	鄉鎮別 Town	品種 Varieties	栽培面積(公頃) Cultivated acreage (ha)	穗稻熱病發生面積(公頃) Area of panicle blast infection (ha)				發生面積率(%) Diseased acreage
				輕* Slightly infected	中 Moderatel y infected	重 Severely infected	計 Total	
雲林 Yun-lin	斗六	嘉農秈8號	549.0	211.0	198.0	140.0	549.0	100.0
		嘉農秈11號	211.0	133.0	50.0	28.0	211.0	100.0
	斗南	嘉農秈11號	432.0	340.0	—	—	340.0	787
	大埤	嘉農秈11號	337.0	30.0	—	—	30.0	8.9
	莿桐	嘉農秈8號	447.6	326.0	72.0	48.0	446.0	99.6
	二崙	嘉農秈8號	83.4	1.0	1.0	1.0	3.0	3.6
		嘉農秈11號	402.1	2.0	—	1.3	3.3	0.8
	小計	嘉農秈8號	1,080.0	538.0	271.0	189.0	998.0	92.4
		嘉農秈11號	1,382.1	505.0	50.0	29.3	584.3	41.6
嘉義 Chia-yi	太保	嘉農秈8號	95.0	25.3	15.4	6.4	47.1	49.6
		嘉農秈11號	856.0	71.8	12.3	3.7	87.8	10.3
	民雄	嘉農秈8號	74.0	23.1	17.1	10.3	50.5	68.2
		嘉農秈11號	188.2	37.6	13.8	6.7	58.1	30.9
	嘉義(市)	嘉農秈8號	180.0	12.0	7.2	1.2	20.4	11.3
		嘉農秈11號	270.0	9.1	1.7	—	10.8	4.0
	小計	嘉農秈8號	349.0	60.4	39.7	17.9	118.0	33.8
		嘉農秈11號	1,314.2	118.5	27.8	10.4	156.7	11.9
臺南 Tai-nan	白河	嘉農秈8號	80.0	6.0	10.0	8.0	24.0	30.0
		嘉農秈11號	300.0	40.0	35.0	15.0	90.0	30.0
	新市	嘉農秈11號	68.0	6.0	—	1.0	7.0	10.3
	歸仁	嘉農秈11號	275.0	1.0	—	0.2	1.2	0.4
	計	嘉農秈8號	80.0	6.0	10.0	8.0	24.0	30.0
		嘉農秈11號	643.0	47.0	35.0	16.2	98.2	15.3
南投 Nan-tou	草屯	嘉農秈8號	35.0	1.4	7.0	5.6	14.0	40.0
		嘉農秈11號	610.0	41.0	50.5	140.0	231.5	38.0
	南投	嘉農秈8號	158.0	25.2	40.2	54.2	119.6	75.1
		嘉農秈11號	230.0	27.6	82.8	55.2	165.6	72.0
	小計	嘉農秈8號	193.0	26.6	47.2	59.8	133.6	69.2
		嘉農秈11號	940.0	68.6	133.3	195.2	397.1	42.2

總計 Total	嘉農秈8號	1,702.0	631.0	367.9	274.7	1,273.6	74.83
	嘉農秈11號	4,270.3	739.1	246.1	251.1	1,236.3	28.95

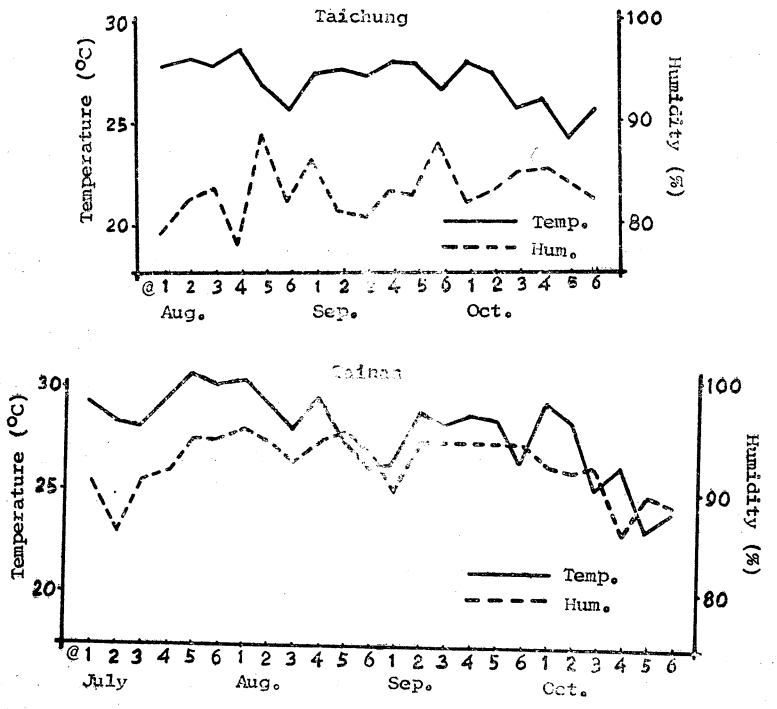
* 示穗稻熱病被害程度：輕＝5%以下，中＝5.1～20%，重＝20.1%以上。

據表一，可知四縣市所栽培的嘉農秈8及11號皆受穗稻熱病爲害，且相當嚴重，其中斗六鎮之發生面積率竟達 100%，即所栽培之稻田裡皆受其害。被害最輕微之鄉鎮爲臺南縣歸仁鄉及雲林縣二崙鄉的嘉農秈11號。由各鄉鎮（除嘉義市）四縣的總計，得知嘉農秈8號之被害面積比嘉農秈11號爲廣，高達栽培面積的74.83%。嘉農秈11號較少，雖然如此，其發生面積率亦達28.95%之多，由此可知此兩品種在該期作受害之嚴重性。

自發生經過觀之，在稻生育前期的葉稻熱病均無發生，或發病輕微，但於抽穗前，劍葉伸長後，其葉節首先受害（劍葉與葉鞘鄰接的位置），故嚴重者在尚未抽穗前（尚包在葉鞘內）的幼穗可能已被感染，而抽穗後則變成白穗。如果葉節部位被害程度爲輕微，但抽穗時稻穗必須經過該部位，因此當穗抽出過程中必定與該被害部位有所接觸，此時稻穗即最易受病原菌之感染，而抽穗後就現出病徵（穗稻熱病）[1,3,5]。據田間調查，受害之稻穗，約90%以上之葉節部位皆受侵害。

2. 稻作期間之氣象

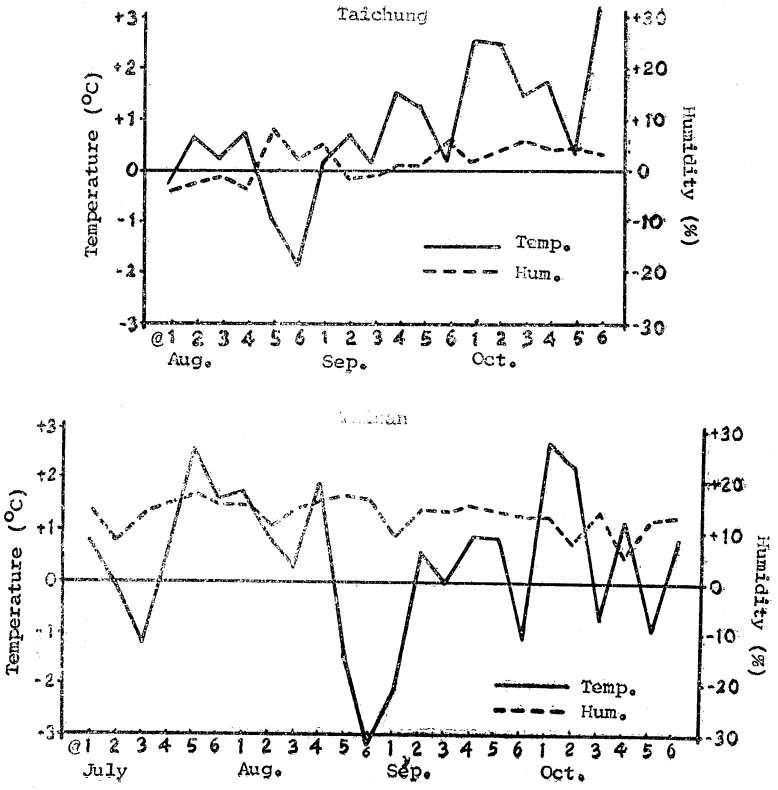
稻熱病發生之程度常受溫度之影響[2,10,11]，即病原菌的分生胞子之發芽，侵入寄主及形成胞子等之過程中，其最適當溫度爲 25～28°C，且濕度須高（90%以上），故雨、露水亦與發病有密切關係。氣溫高低不定之環境下[10]是減低稻抵抗力的原因。如此稻熱病發生與氣候之關係極爲密切。



@: 1 indicates first 5 days; 2, second 5 days; 3, third 5 days, etc., of the month.

圖一、1974年第二期稻作期間氣溫、濕度記錄

Fig. 1. Records of temperature and humidity in the second crop of 1974.



@: 1 indicates first 5 days; 2, second 5 days; 3, third 5 days, etc., of the month.

圖二、1974年第二期稻作期間氣溫及濕度與平年之比較

Fig. 2. A comparison of 5-year average temperature and humidity with those in the second crop of 1974.

據臺南區與臺中區六十三年度第二期稻作栽培期間之氣溫與濕度紀錄（圖一），得知臺南區氣溫除7月第5，6半旬及8月間之外皆在 25～30°C 之間，臺中地區自8月初至10月底都在 25～28°C 之間，頗適合稻熱病病原菌之繁殖，同時濕度亦高，例如臺南地區都在90%以上，亦頗適合稻熱病之發生條件。再與平年之比較（圖二）觀之，無論臺中或臺南均於8月第5及6半旬之平均溫度比平年低 2～3°C，以後之氣溫都比平年高一些（臺中地區）；濕度在臺南地區7～10月之間皆比平年高，而臺中地區一般亦比平年之濕度爲高。但降雨量在稻作栽培期間皆比平年爲少，而濕度比平年高，由此可知陰天日數多，反之，日照時數亦比平年少。總之，氣溫及濕度頗適合稻熱病菌之繁殖條件下，加以連續陰天，缺乏日照時數之環境，係助長稻熱病發生之主要因素。

稻熱病菌生理型之測定

1.材料及方法

（1）材料：民國63年11月7～10日曾前往嘉義、雲林及南投等縣採集嘉農秈8、11號受稻熱病被害標本（臺南縣已收穫，故未能採到）。自被害穀粒分離病原菌並編號，然後行單胞分離，並應用 Yeast starch agar 培養繁殖分生胞子（10～14天）後作成胞子懸浮液，以供人工接種之用。

另於溫室內培育16判別稻種（品種名稱如表三內），即各品種播種於鉛製（7×7×10cm）之四方形小盤中，待秧苗長達 3cm 左右時，每盤追肥2%硫酸鋅溶液 30ml。迨秧苗生長達本葉4～5

片時供各菌株人工接種之用。

（2）方法：人工接種係應用噴霧接種方法，於接種室將上述胞子懸浮液用小型噴霧器（玻璃製）均勻噴射於各判別稻種之秧苗葉片上，然後保持適當溫、濕度，經24小時後移置於溫室內，再經6～7天後觀察各菌株對判別品種之致病反應。

致病反應係按各判別稻苗所呈之病斑型分爲感病性（Susceptible），中間性（Moderately resistant）及抗病性（Resistant）等三級，作爲生理小種分類之依據。其病斑型之類別基準如表二。

表二、病斑型之類別基準

Table 2. Disease lesion type classification

病斑型 Lesion type	病斑形狀 Lesion shape	病斑色澤 Lesion color
R（抗病性）	無病斑或小斑點或小病斑，直徑 1mm 以內	褐色乃至黑褐色
M（中間性）	各種形狀的病斑，直徑 2mm 以內	褐色病斑，外圍有明顯邊緣，中央部稍帶灰白色或條斑
S（感病性）	大紡錘形或類似形狀	病斑大形，中央部呈綠灰色，或灰白色，邊緣呈褐色，有的病斑現水浸狀態，其外圍無一定的邊緣

2.測定結果及討論

本研究所測定菌株採自嘉義縣30菌株，雲林縣31菌株，南投縣24菌株計85菌株，經人工接種測定對16判別稻種之致病反應結果，列於表三、四及五。

表四、稻熱病菌生理小種之分佈狀況

Table 4. Distribution of physiological races of rice blast fungus

Race / Country	I													T		K				N	A	菌株數 Total no. of isola.	生理型數 Total no. of races
	20	21	22	31	32	40	41	42	51	52	53	54	55	29	30	2	17	34	38	3	1		
嘉義 Chia-yi	—	—	—	5	—	1	—	3	4	1	1	1	9	—	1	2	—	—	—	—	2	30	11
雲林 Yun-lin	2	—	—	3	—	—	—	3	3	—	2	2	3	1	1	1	3	1	1	3	2	31	15
南投 Nan-tou	—	1	1	1	1	1	1	1	4	5	1	1	—	—	1	—	1	2	—	1	1	24	16
總計 Total	2	1	1	9	1	2	1	7	11	6	4	4	12	1	3	3	4	3	1	4	5	85	21

表 三、長 粒 型 籼 稻 穗 稻 熱

Table 3. Classification of physiologica

Race / Diff. Variety	I								
	20	21	22	31	32	40	41	42	51
Kung-shan-wu-shen-ken	R*	S	S	S	S	S	S	S	S
Taichung 65	R	S	S	S	S	S	S	S	S
Pai-kan-tao	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Taichung 171	R	R	S	R	S	S	S	S	S
Chianung 242	R	R	S	R	R	S	S	S	R
Kwang-fu 1	R	R	S	R	R	R	R	R	R
Chianung-yu 280	R	R	S	R	R	R	R	R	R
Taichung-line 33	R	S	S	R	R	R	R	R	S
Kanto 51	R	R	R	R	R	R	R	S	S
Norin 21	R	R	R	R	R	R	R	R	S
Sensho	R	R	R	R	R	R	R	R	S
Cutsugulcul	R	S	S	R	R	S	R	S	S
Natala	R	S	S	R	S	S	R	S	S
Kao-chio-liu-chou	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kaohsiung-ta-li-chen-yu	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Taichung-ti-chio-wu-chien	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Code number of isolates	** 4y-11-11 4y-11-13	4s-11-10	4s-11-1	4c- 8- 5 4c- 8- 8 4c- 8-28 4c-11- 5 4c-11- 8 4y- 8-11 4y-11-17 4y-11-32 4s-11- 8	4s-11-12	4c- 8-29 4s- 8- 2	4s-11-15	4c- 8- 1 4c- 8- 2 4c- 8- 6 4y-11- 6 4y-11-18 4y-11-25 4s- 8- 9	4c- 8- 4c- 8- 4c- 8-1 4c- 8-3 4y-11- 4y-11-2 4y-11-2 4s- 8- 4s-11- 4s-11- 4s-11-1

Note: * R=Resistant: S=Susceptible.

** 4y-11-11=4=Collected in 1974; y=locality (y=yun-lin, C=chia-yi; S=Nan-tou)., 11=Code no. of (11=Chianung-shien 11; 8=Chianung-shien 8)., 11=Different isolate no. from same variety.

病 原 菌 之 生 理 小 種 類 別

ıces of panicle blast in long grain rice

				T		K				N	A
52	53	54	55	29	30	2	17	34	48	3	1
S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R	R
S	S	S	S	S	S	R	S	R	S	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	S	S	R	S	R	R	R	S	R	R
R	R	R	S	R	S	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
S	R	S	R	S	S	R	R	S	R	S	R
S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R
S	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R

4c- 8-16	4c- 8-25	4c- 8-24	4c -8-14	4y-11- 3	4 - 8-12	4c- 8-10	4y- 8-14	4y-11-21	4y-11-12	4y-11-14	4c- 8- 3
4s- 8- 6	4y-11- 5	4y-11- 7	4c- 8-15		4y-11-34	4c- 8-13	4y-11-16	4s-11- 4		4y-11-15	4c- 8- 9
4s- 8-15	4y-11-28	4y-11-31	4c- 8-18		4s- 8-31	4y-11- 9	4y-11-23	4s-11- 7		4y-11-19	4y-11-10
4s-11- 6	4s- 8-17	4s-11- 2	4c- 8-19				4s- 8- 8			4s-11-11	4y-11-30
4s-11-13			4c- 8-20								4s- 8- 3
4s-11- 6			4c- 8-21								
			4c- 8-22								
			4c- 8-23								
			4c- 8-26								
			4y-11-22								
			4y-11-29								
			4y-11-33								

variety

表五、嘉農秈 8 ，11號與稻熱病菌生理小種之關係

Table 5. Relation of physiological races of rice blast fungus to Chianung-shien 8 and 11.

Variety \ Race	I													T		K				N	A	菌株數 Total no. of isola.	生理型數 Total no. of ruces
	20	21	22	31	32	40	41	42	51	52	53	54	55	29	30	2	17	34	48	3	1		
嘉農秈8號 Chianung-shien 8	—	—	—	4	—	2	—	4	5	3	2	1	9	—	2	2	2	—	—	—	3	39	12
嘉農秈11號 Chianung-shien 11	2	1	1	5	1	—	1	3	6	3	2	3	3	1	1	1	2	3	1	4	2	46	20
總計 Total	2	1	1	9	1	2	1	7	11	6	4	4	12	1	3	3	4	3	1	4	5	85	21

據表三、得知供試85菌株對16判別稻種之致病反應，經測定結果可類別爲五羣；包括21種不同生理型。其中和往年已出現之生理型相同者有16種（即 race 20 21, 22, 31, 32, 40, 41, 42, 29, 30, 2, 17, 34, 48, 3, 及 1 等）[6,7,8,9]。由本次測定新出現之生理小種有五種；編號爲 Race 51, 52, 53, 54 及55，皆屬於 I Group。其主要致病反應是對崑山五香粳、臺中 65號及臺灣平地在來稻（高脚柳州、高雄大粒清油、臺中低脚烏尖）等判別品種呈感病性 (S) 反應。此等新出現的生理小種中，有些對臺中 171 號、臺中系比 33號、關東 51號、農林21號、 Sensho, Natala 及 Cutsugulcul 等 (Race 51) ，有些對 Natala (Race 52) ，有些對農林21號及關東51號 (Race 53) ， 有些對臺中171號，關東51號， Sensho 及 Natala 等 (Race 54) ，有些對臺中171號，嘉農 242號，關東51號及 Sensho 等 (Race 55) 皆呈感病性 (S) 反應，而對其餘判別品種均呈抗病性 (R) 反應。

21種不同生理小種中，屬於 I 羣者有13種（佔61.9%）之多，其中以 Race 55 之出現頻度最多，其次爲 Race 51 再次爲 Race 31 ；屬於T羣者 2 種（佔9.5%）；屬於 K 羣者 4 種（佔19.0%）；屬於N及A羣者各 1 種（各佔 4.8%）。由此可知侵害在來稻的生理小種之出現頻度頗高。目前本省所栽培水稻，僅可類別爲蓬萊稻（屬 Japouica type）和在來稻（屬 Indica type），而且蓬萊稻中頗多品種都導入印度型稻的血統，以育成豐產而抗稻熱病之品種，但現在已知可侵害印度型稻的稻熱病菌生理型頗多的環境下，今後對稻熱病之發生消長，吾人需特別提高警覺。

由稻熱病菌生理小種之分佈狀況觀之，嘉義縣的生理小種數計 11種，其中以 Race 55 之出現頻度最多，其次爲 Race 31；雲林縣計15種，其中出現頻度最多亦僅有 3 菌株 (Race 31, 42, 51, 55, 17 及 3 等）；南投縣供試菌株數最少，但其生理小種數達16種之多，以 Race 52 之出現頻度最多，其次爲 Race 51, 其餘生理小種均僅有 1 菌株而已。

如果以品種間之差異而言，自嘉農秈 8 號分離所得之生理小種數計12種，其中以 Race 55 之出現頻度最多，其次爲 Race 51, 再其次爲 Race 31及42。自嘉農秈11號分離所得之生理小種數計20種，其中以 Race 51 之出現頻度最多，其次爲 Race 31, 再次爲 Race 30。此現象可能受栽培面積多寡之影響。

參 考 文 獻

1.小野小三郎 (1958) ：いもち病の潛伏場所，農藥研究，5 (1) ：14～21。

2.松本巍 (1949) ：稻之病害，臺灣農林，3 (8) ：1～8。

3.島田昌一 (1936) ：稻の葉節部の稻熱病と頸稻熱との關係，病蟲害雜誌，23 (12) ：915～918。

4.嘉義農業試驗分所 (1974) ：長粒型優良籼稻品種，農林廳編印，1～5。

5.簡錦忠 (1959) ：葉節稻熱病之重要性，植物保護學會報，1 (2) ：34～35。

6.簡錦忠 (1969) ：稻熱病病原菌之變異，稻作病害，11～30。

7.簡錦忠 (1974) ：稻熱病病原菌生理型之研究 (1970～1972) ，農業研究，23 (1) ：16～37。

8. Chien, C. C. (1967): Studies on the physiologic races of the rice blast fungus, *Piricularia oryzae* Cav., TARI. Bull. 26:1～29.

9. Chiu, R. J., C. C. Chien and S. Y. Lin (1965): Physiologic races of *Piricularia oryzae* in Taiwan. p. 245～255. In The Rice Blast Disease. Proc. Symp. at the Int. Rice Research Inst. July 1963, Johns Hopkins, Press, Baltimore.

10. Hashioka, Y. (1950): Studies on the mechanism of prevalence of the rice blast disease in the tropics. TARI. Bull. 8: 1～237.

11. Ou, S. H. (1972): Rice Diseases. p. 97～184. Commonwealth Mycological Institute. Kew. Surrey. England.

A SURVEY ON THE PREVALENCE OF PANICLE BLAST OF THE LONG GRAIN *INDICA* TYPE RICE, WITH SPECIAL EMPHASIS ON THE PHYSIOLOGICAL RACES OF BLAST FUNGUS

by

C. C. Chien

Summary

The present study was conducted to survey the prevalence of panicle blast in the long grain *indica* type rice varieties, Chianung-shien 8 and Chianung-shien 11. 74.83% of 1,702 hectares of Chianung-shien 8 and 28.95% of 4,270 hectares of Chianung-shien 11 were heavily damaged by the disease in the 2nd crop of 1974. In addition to the panicle part, the collar of the leaves were also severely infected by the disease.

The panicle samples were collected from different diseased areas and the pathogen isolated. The isolates of the pathogen were tested to identify the races based on the disease reaction types on the 16 differential rice varieties. Twenty one races, including 5 new races and 16 previously identified races, were obtained. The further investigation comfirmed that 13 races belong to group I, 2 races belong to T group, 4 races belong to K group, and one race each belong to groups N and A respectively.

It was also found that the races 51 and 55 invade exclusively to Chianung-shien 8 and race 31 and 51 to Chianung-shien 11. Results indicated that there are more races infecting *indica* type rice varieties.

甘藷逢機交配集團數量性狀遺傳之研究[1]

李　良[2]

摘要　利用甘藷逢機交配集團第4世代與第6世代各60個親本及其後裔之試驗資料，探討甘藷逢機交配集團數量性狀之遺傳情形，供甘藷品種改良參考應用。

在所研究之塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等四種性狀之表型變方中，其遺傳變方成分（σ^2_m）均佔有很大之比例，其數值在78%～82%之間，而親本與地點交感作用變方成分（σ^2_{me}/l）及機差變方成分（σ^2_e/rl）所佔之比例均較小。

在遺傳變方成分（σ^2_m）中，塊根重、每個塊根均重及塊根個數之累加性變方（σ^2_A）比非累加性變方爲較重要，而莖葉重之遺傳變方成分中以非累加性變方爲大，四種性狀中，累加性間交感變方（σ^2_{AA}）均無存在。

塊根重、每個塊根均重及塊根個數之遺傳率分別爲44.5%、50%、及43.5%，其數值爲較大，而莖葉重之遺傳率爲較小，其數值爲10.04%。在選擇强度爲10%時，所求得預測及實測之遺傳增進率均較爲接近。

塊根重之表型變方中，其遺傳變方成分（σ^2_m）約佔82%（表5），而在遺傳變方中，其累加性變方（σ^2_A）爲 0.021，佔 0.0211/0.0390=0.54，爲 54%；非累加性爲 0.0179，佔 0.0179/0.0390=0.46，爲46%（表8），由此可知，應用混合選種，可期獲得良好效果。

緒　　言

甘藷一般爲自交不稔性高的作物，同時品種間相互交配，亦有不稔羣存在[6] [8] [10]，自交或雜交所產生第一代雜種與其他自交作物之第二代，同樣有分離現象發生。因甘藷品種爲雜種性質，染色體數 2n=90，爲六元體植物[9]，故其數量性狀遺傳行爲極爲複雜。Jones 氏[3] [4] 曾利用甘藷逢機交配集團親子（Parent-offspring）間關係，研究甘藷數量性狀之遺傳行爲，其結果爲：塊根重之遺傳率爲41%，且多數性狀之遺傳變方中，其累加性變方成分比非累加性變方成分爲較重要。本研究之目的爲探討甘藷逢機交配集團數量性狀之遺傳情形，供甘藷品種改良之參考應用。

材料與方法

本研究係在甘藷逢機交配集團第4世代及第 6世代中[11]用逢機方法，各分別選取60個植株作爲親本，及由每親本逢機交配所得種子中，又各分別逢機選取種子50粒，作爲後裔，供爲研究數量性狀遺傳之材料。第4及第5世代與第6及第7世代之親子關係試驗，均採用逢機完全區集設計，試區行長4公尺，行距 100公分，株距33公分，試地土壤均爲砂質壤土。第4及第5世代親子試驗爲冬作，十月間種植，在臺斗坑試驗地進行，重複4次，生育期180天。第6及第7世代親子試驗爲秋作，八月間種植，分別在本分所及水源地兩處試驗地舉行，重複3次，生育期150天。上述之試驗每重複內包括60個親本及其各親本之後裔，每重複各親本均種植12株同性質之藷苗，每重複各親本之後裔，各種植12株不同之實生苗。收穫時，第4及第5世代親子試驗，每重複分別測定甘藷塊根重及莖葉重等兩種性狀。第6及第7世代親子試驗，每重複分別測定塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等四種性狀，測定時，各試驗均以試區爲單位，以其平均數加以統計分析。各試驗所測定結果記錄資料，個別分析係依表1.所列變方及變積分析與均方及均積期望值之形式，估算各變方成分。綜合分析係按表2.之形式，估算各變方成分[3] [4]。

本研究承中正科學技術研究基金會補助研究費，謹此申謝。

1.試驗報告農試字第七三〇號。

2.臺灣省農業試驗所技正兼嘉義試驗分所所長。

表 1. 個別分析之變方、變積分析及均方、均積期望值形式

Table 1. Form of variance and covariance analyses and expectation of mean squares and mean products for individual experiment

變因 Source of variation	自由度 d. f.	均方 Mean square	均方期望值 Expectation of mean squares	均積 Mean product	均積期望值 Expectation of mean products
重複 Replications	$(\gamma-1)$				
品系 Lines	$(m-1)$	M_1	$\sigma_e^2+\gamma\sigma_m^2$	MP_1	$Cov_e+\gamma Cov_i$
機差 Error	$(\gamma-1)(m-1)$	M_2	σ_e^2	MP_2	Cov_e

上表中 γ 爲重複次數，m 爲親本數，σ_e^2 爲機差變方，σ_m^2 爲親本間遺傳變方，如以 O 代 m，即爲 σ_o^2，則表示後裔間遺傳變方。Covi 爲親子變積成分（σ_{mo}），M_1、M_2、MP_1 及 MP_2 分別爲各均方及均積之實測值。

各變方及變積成分估算式爲：

$$\sigma_m^2=\frac{M_1-M_2}{\gamma} \qquad \sigma_{mo}=\frac{MP_1-MP_2}{\gamma}$$

表 2. 綜合分析變方、變積及均方、均積期望值形式

Table 2. Form of variance and covariance analyses and expectation of mean squares and mean products for the combined analysis

變因 Source of variation	自由度 d. f.	均方 Mean square	均方期望值 Expection of mean squares	均積 Mean product	均積期望值 Expectation of mean products
地點內之重複 Rep. in Locations	$\ell(\gamma-1)$				
地點 Locations	$(\ell-1)$				
品系 Lines	$(m-1)$	M_1	$\sigma_e^2+\gamma\sigma_{m_1}^2+\gamma l\sigma_m^2$	MP_1	$Cov_e+\gamma Cov_{il}+\gamma lCov_i$
品系×地點 Lines×Locations	$(\ell-1)(m-1)$	M_2	$\sigma_e^2+\gamma\sigma_{m_1}^2$	MP_2	$Cov_e+\gamma Covil$
機差 Error	$\ell(\gamma-1)(m-1)$	M_3	σ_e^2	MP_3	Cov_e

上表中 γ、ℓ 及 m 分別爲重複次數，地點數及親本數，σ_e^2 爲機差變方，σ_m^2 爲親本間遺傳變方，$\sigma_{m\ell}^2$ 爲親本與地點交感變方成分，如以 O 代 m，即 $\sigma_{o\ell}^2$ 表示後裔與地點交感變方成分，Covil 爲地點與親本及後裔交感變積成分（σ_{mol}），Covi 爲親本與後裔變積成分（σ_{mo}）

各變方及變積成分估算式爲：

$$\sigma_m^2=\frac{M_1-M_2}{\gamma\ell} \qquad \sigma_{m_1}^2=\frac{M_2-M_3}{\gamma}$$

$$\sigma_{mo}=\frac{MP_1-MP_2}{\gamma\ell} \qquad \sigma_{mo1}=\frac{MP_2-MP_3}{\gamma}$$

在逢機交配集團中，如設有一對因子，A_1A_1，A_1A_2，A_2A_2，其因子頻度 P、q 均爲½時，親子變方及其變積之遺傳成分 (1) (2) (5)，可分析如下：

親本 (Parents)	頻度 Frequency	後裔 Offspring A_1A_1 (a)	A_1A_2 (d)	A_2A_2 (−a)	平均 Mean	備註 Remarks
A_1A_1	1	1 (1)	—	—	$\bar{x}_{10}=\frac{1}{2}a+\frac{1}{2}d$	平均$=\frac{1}{4}$ (2a+2d)
A_1A_1 (a)×A_1A_2	2	½ (1)	½ (1)	—		$=\frac{1}{2}$ (a+d)
A_2A_2	1	—	1 (1)	—		
總計 Total	4	(2)	(2)	(0)		
A_1A_1	2	½ (1)	½ (1)	—	$\bar{x}_{20}=\frac{1}{2}d$	平均$=\frac{1}{8}$ (2a+4d−2a)
A_1A_2 (d) ×A_1A_2	4	¼ (1)	½ (2)	¼ (1)		$=\frac{1}{2}d$
A_2A_2	2	—	½ (1)	½ (1)		
總計 Total	8	(2)	(4)	(2)		
A_1A_1	1	—	1 (1)	—	$\bar{x}_{30}=-\frac{1}{2}a+\frac{1}{2}d$	平均$=\frac{1}{4}$ (−2a+2d)
A_2A_2 (−a) ×A_1A_2	2	—	½ (1)	½ (1)		$=-\frac{1}{2}a+\frac{1}{2}d$
A_2A_2	1	—	—	1 (1)		
總計 Total	4	(0)	(2)	(2)		

註：上表中括號內數字爲後裔個體數。

Note: Figures in parenthesis is the number of offsprings

後裔總平均 (Grand mean of offspring) $=\frac{1}{16}(4a+8d-4a)=\frac{1}{2}d$.

1.親本變方 (即爲各親本平均值間變方)：

親本 (Parents)	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2 (P=q=½)
頻度 (Frequency)	1	2	1
遺傳值 (Genotypic value)	a	d	−a

親本平均 (Parent mean)：$(\bar{X}m)=\frac{1}{4}(a+2d-a)=\frac{1}{2}d$

$$\sigma_m^2=\frac{1}{4}\left[(a-\tfrac{1}{2}d)^2+^2\ (d-\tfrac{1}{2}d)^2+(-a-\tfrac{1}{2}a)^2\right]$$

$$=\frac{1}{4}(2a^2+d^2)=\frac{1}{2}a^2+\frac{1}{4}d^2$$

$$=\frac{1}{2}\alpha^2+\text{non}-\text{additive}\ [\because a=\alpha-d(q-p)=\alpha]$$

$$=\frac{1}{2}\sigma_A^2+\text{non}-\text{additive}\ (\because V_A=2Pq\alpha^2=2\times\tfrac{1}{2}\times\tfrac{1}{2}\alpha^2=\tfrac{1}{2}\alpha^2=\sigma_A^2)$$

如有上位交感作用 (Epistatic interaction) 存在時，則

$\sigma_m^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{AA}^2 + \text{non-additive}$

2.後裔變方（即爲後裔平均值間之變方）：

$$\sigma_o^2 = \frac{1}{\Sigma F_i}\Sigma F_i(\bar{X}_{io}-\bar{X}_o)^2$$

$$= \frac{1}{16}[4(\tfrac{1}{2}a+\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)^2+8(\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)^2+4(-\tfrac{1}{2}a+\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)^2]$$

$$= \frac{1}{16}[a^2+a^2] = \frac{1}{8}a^2 = \frac{1}{8}\alpha^2 = \frac{1}{4}\sigma_A^2,$$

如有上位交感作用存在時，則

$\sigma_o^2 = \frac{1}{4}\sigma_A^2 + \frac{1}{16}\sigma_{AA}^2$（$\sigma_{AA}^2$ 係數爲 σ_A^2 係數平方而得）。

3.親子變積（即親本平均值與後裔平均值間之變積）：

親本 (Parents)	頻度 (Frequency)	遺傳值 (Genotypic value)	後裔 (Offspring) ($\bar{X}io$)
A_1A_1	1	a	$\frac{1}{2}a+\frac{1}{2}d$
A_1A_2	2	d	$\frac{1}{2}d$
A_2A_2	1	−a	$-\frac{1}{2}a+\frac{1}{2}d$

$$\therefore COV_{mo} = \frac{1}{\Sigma F_i}\Sigma F_i(\bar{X}_{mi}-\bar{X}_m)(\bar{X}_{oi}-\bar{X}_o)，(\bar{X}_{mi}=\bar{X}_{oi}=\tfrac{1}{2}d)$$

$$= \frac{1}{4}[(a-\tfrac{1}{2}d)(\tfrac{1}{2}a+\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)+2(d-\tfrac{1}{2}d)(\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)$$
$$+(-a-\tfrac{1}{2}d)(-\tfrac{1}{2}a+\tfrac{1}{2}d-\tfrac{1}{2}d)]$$
$$= \frac{1}{4}[\tfrac{1}{2}a^2-\tfrac{1}{4}ad+\tfrac{1}{2}a^2+\tfrac{1}{4}ad]$$
$$= \frac{1}{4}a^2 = \frac{1}{4}\alpha^2 = \frac{1}{2}\sigma_A^2$$

如有上位交感作用存在時，則

$COV_{mo} = \frac{1}{2}\sigma_A^2 + \frac{1}{4}\sigma_{AA}^2$（$\sigma_{AA}^2$ 係數亦爲 σ_A^2 係數平方而得）

劃分遺傳變方成分爲累加性（additive）遺傳變方（σ_A^2），累加性間交感變方（σ_{AA}^2）及非累加性（non-additive）成分，可求解下列之恆等式而得之，即

$$\sigma_m^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{AA}^2 + \text{non-additive}$$

$$\sigma_o^2 = \frac{1}{4}\sigma_A^2 + \frac{1}{16}\sigma_{AA}^2$$

$$\sigma_{mo} = \frac{1}{2}\sigma_A^2 + \frac{1}{4}\sigma_{AA}^2$$

平均值之表型變方（σ_p^2）可依下式求得，

個別分析資料：

$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \sigma_e^2/\gamma$$

綜合分析資料：

$$\sigma_p^2 = \sigma_m^2 + \frac{\sigma_{me}^2}{\ell} + \frac{\sigma_e^2}{\gamma\ell}$$

遺傳率（h^2）及遺傳增進可依下列估算式（3）求之：

$$\text{遺傳率} = \frac{\sigma_A^2 + \frac{1}{2}\sigma_{AA}^2}{\sigma_p^2}$$

$$\text{遺傳增進} = \frac{k(\frac{1}{2}\sigma_A^2 + \frac{1}{4}\sigma_{AA}^2)}{\sigma_p} = \frac{k\,\sigma_{mo}}{\sigma_p}$$

上式中k爲選擇强度（即選拔差之標準化值），σ_p 爲表型標準機差。

預測遺傳增進係設定選擇强度爲 10%，即選出10%高產者，k=1.755，由所得遺傳增進除親本平均值再乘 100 而得預測遺傳增進率。實測遺傳增進係所有後裔平均值與所選的親本之後裔平均值之差，除以後裔平均值再乘 100 而得實測遺傳增進率。今將各項分析所得結果，分別說明於下。

試驗結果與討論

（一）親子之遺傳變方及變積成分：

1.多作甘藷逢機交配集團第4及第5世代之親子試驗所測定甘藷塊根及莖葉重等兩項性狀資料，作親子變方及變積成分分析，所得結果列示如表3。

表 3. 甘藷多作第4及第5世代親子之變方及變積成分

Table 3. Variance and covariance components for the parent-offspring study in generations 4 and 5 of winter planting sweet potato

性狀 Characters	親本 Parents		後裔 Offspring		親本—後裔 Parent-offspring
	遺傳變方成分 (σ^2_m) Genetic variance components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance components	遺傳變方成分 (σ^2_o) Genetic variance components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance components	遺傳變積成分 (σ_{mo}) Genetic covariance components
塊根重 Fresh root wt.	0.02012	0.00696	0.00316	0.01100	0.00615
莖葉重 Stem and leaves wt.	0.00759	0.00236	0.00258	0.00627	0.00255

由上表所得結果觀之，可知多作第4及第5世代親子試驗，塊根重親本遺傳變方成分（σ^2_m）與表型變方（σ^2_p）之比爲0.02012/0.0219=0.92，機差變方成分（σ^2_e/γ）與表型變方（σ^2_p）之比爲0..00174/0.0219=0.080。莖葉重親本遺傳變方成分（σ^2_m）與表型變方（σ^2_p）之比爲0.00759/0.00818=0.93。機差變方成分（σ^2_e/γ）與表型變方（σ^2_p）之比爲0.00059/0.00818=0.07。由上結果可知，在所測定兩種性狀之表型變方中，其遺傳變方成分（σ^2_m）均佔有很大之比例。

2.利用秋作兩處甘藷逢機交配集團第6及第7世代親子試驗所測定之塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等之資料，分別作個別分析，所得之親子遺傳變方及變積成分結果列示比較如表4。

表 4. 兩處甘藷秋作第6與第7世代之親子遺傳變方及變積成分

Table 4. Variance and covariance components for the parent-offspring study in generations 6 and 7 of fall planting sweet potato grown at two locations

性狀 Characters	本分所試驗地 Shan Tzu Ting experimental field					水源地試驗地 Shui Yuan Ti experimental field				
	親本 Parent		後裔 Offspring		親本—後裔 Parent-Offspring 遺傳變積成分 (σ_{mo}) Genetic Covariance Components	親本 Parent		後裔 Offspring		親本—後裔 Parent-Offspring 遺傳變積成分 (σ_{mo}) Genetic Covariance Components
	遺傳變方成分 (σ^2_m) Genetic variance Components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components	遺傳變方成分 (σ^2_o) Genetic variance Components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components		遺傳變方成分 (σ^2_m) Genetic variance Components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components	遺傳變方成分 (σ^2_o) Genetic variance Components	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components	
塊根重 Fresh root wt.	0.0344	0.0091	0.0048	0.0150	0.0075	0.0702	0.0111	0.0115	0.0276	0.0174
莖葉重 Stem and leaves wt.	0.0178	0.0116	0.0005	0.0210	0.0004	0.0743	0.0418	0.0071	0.0584	0.0131
每個塊根均重 Average wt. per root	0.0047	0.0022	0.0010	0.0013	0.0008	0.0046	0.0010	0.0007	0.0016	0.0011
塊根個數 Number of roots	0.4368	0.4075	0.0657	0.5195	0.1520	0.8037	0.3408	0.1042	0.4488	0.1186

由上表結果觀之，可知兩處試驗所得結果， 在所研究四種性狀之表型變方（ σ^2_p）中，其遺傳變方成分（ σ^2_m）均佔有很大比例。本分所試驗地所得結果，塊根重親本遺傳變方成分（ σ^2_m）與表型變方（ σ^2_p）之比爲0.0344/0.0374=0.92；機差變方成分（ σ^2_e/γ）與表型變方之比爲 0.030/0.0374=0.08；莖葉重遺傳變方成分（ σ^2_m）與表型變方（ σ^2_p）之比爲 0.0178/0.0216=0.82 ，機差變方成分（ σ^2_e/γ）與表型變方之比爲 0.0039/0.0216=0.18。每個塊根均重 σ^2_m/σ^2_p 之比爲 0.0047/0.0055=0.86， $\sigma^2_e/\gamma/\sigma^2_p$之比爲0.0008/0.0055=0.14，塊根個數 $\sigma^2_m/\gamma\ \sigma^2_p$ 之比爲 0.4368/0.5727=0.76, $\sigma^2_e/\gamma/\sigma^2_p$ 之比爲 0.1358/0.5727=0.24。 水源地試驗地所得結果，塊根重之遺傳變方成分（ σ^2_m）與表型變方 （ σ^2_p）之比爲0 .0702/0.0739=0.95；機差變方（ σ^2_e/γ）與表型變方（ σ^2_p）之比爲0.0037/0.0739=0.05；莖葉重 σ^2_m/σ^2_p 之比爲 0.0743/0.0883=0.84、 $\sigma^2_e/\gamma/\sigma^2_p$ 之比爲0.0139/0.0883=0.16；每個塊根均重之表型變方中， σ^2_m 佔 0.94， σ^2_e/γ 佔0.06，塊根個數之表型變方中， σ^2_m 佔0.88， σ^2_e/γ佔0.12。

今又將兩處甘藷秋作第6及第7世代親子試驗所測定之四種性狀資料，作綜合分析，其所得之親子遺傳變方及變積成分列示如表5。

表5. 兩處甘藷秋作試驗綜合分析第6及第7世代之親子遺傳變方及變積成分

Table 5. Estimates of variance and covariance components from the parent-offspring study of generations 6 and 7 in the two location combined in fall planting sweet potato

性狀 Characters	表型變方 (σ^2p) Phenotypic variance	親本 (Parent) 遺傳變方成分 (σ^2_m) Genetic variance Components	親本×地點交感作用變方成分 (σ^2_{me}) Interaction variance Components of parents×locations	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components	後裔 (Offspring) 遺傳變方成分 (σ^2_m) Genetic variance Components	後裔×地點交感作用變方成分 (σ^2_{ol}) Interaction variance Components of offspring×locations	機差變方成分 (σ^2_e) Error variance Components	親本—後裔 Parent-offspring 遺傳變積成分 (σ_{mo}) Genetic Covariance Components	親子與地點交感作用變積成分 (σ_{mol}) Interaction Covariance Components of parent-offspring×locations
塊根重 Fresh root wt.	0.0474	0.0390	0.0133	0.0101	0.0063	0.0020	0.0213	0.0100	0.0064
莖葉重 Stem and leaves wt.	0.0458	0.0366	0.0094	0.0267	0.0012	0.0028	0.0397	0.0022	0.0042
每個塊根均重 Average wt. per root	0.0044	0.0035	0.0012	0.0016	0.0007	0.0002	0.0014	0.0010	— 0.0001
塊根個數 Number of roots	0.6106	0.4761	0.1441	0.3742	0.0936	0.0181	0.4041	0.1191	0.0162

由上表觀之，可知秋作兩處試驗綜合分析所得結果，塊根重之表型變方（ σ^2_p）中，其遺傳變方成分（ σ^2_m）佔82%，親本與地點交感作用變方成分（ $\sigma^2_m\ell/\ell$）佔14%，機差變方成分，（ $\sigma^2_e/\gamma\ell$）佔4%。莖葉重之表型變方中，其遺傳變方成分佔（ σ^2_m）80%，親本與地點交感作用變方成分 $\sigma^2_m\ell/\ell$ 佔10%，（ $\sigma^2_e/\gamma\ell$）佔10%。每個塊根均重之表型變方中 σ^2_m 佔80%，$\sigma^2_m\ell/\ell$ 14%， $\sigma e^2/\gamma\ell$ 佔6%。塊根個數之表型變方中，（σ^2_m 佔78%， $\sigma^2_m\ell/\ell$ 佔12%， $\sigma^2_e/\gamma\ell$ 佔 10%。由上述所得結果比較之，可知在四種性狀之表型變方中，其遺傳變方成分（ σ^2_m）均佔有較大之比例 ， 而親本與地點交感作

用變方成分（$\sigma^2_m\ell/\ell$）及機差變方成分（$\sigma^2_e/\gamma\ell$）所佔之比例較小。

（二）遺傳變方成分之劃分：

1.利用甘藷多作第4及第5世代親子試驗兩種性狀，分析所得之親本遺傳變方成分等，將其劃分爲累加性（σ^2_A），累加性間交感變方（σ^2_{AA}）及非累加性（Non-additive）成分，分析所得結果，列示比較如表6。

表 6. 甘藷多作第4及第5世代遺傳變方成分（σ^2_A、σ^2_{AA} non-additive），遺傳率、表型變方、親、子平均值及遺傳增進率等之比較

Table 6. Comparison of genetic variance components (σ^2_A, σ^2_{AA}, non-additive) phenotypic variance, heritability, parent and offspring means and percentage of genetic advance based on data from generations 4 and 5 in the winter planting sweet potato

性狀 Characters	遺傳變方成分（σ^2_m）之劃分 Partition of σm^2 into genetic variance Components			遺傳率	親本平均值（公斤／株）	後裔平均值（公斤／株）	表型變方（σ^2_p）	遺傳增進率 Percentage of genetic advance (10% selection imensity)	
	σ^2_A	σ^2_{AA}	non-additive	Heritability	Parent mean kg/hill	Offspring mean (kg/hill)	Phenotypic variance	預測值 Predicted value	實測值 Observed value
塊根重 Fresh root wt.	0.01240	0	0.00770	56.57	0.3502	0.3827	0.02186	20.85	18.65
莖葉重 Stem and leaves wt.	0.00614	0	0.00145	75.05	0.1692	0.2483	0.00818	29.19	23.51

觀上表可知，多作第4及第5世代親子試驗所得結果，塊根重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，其累加性變方（σ^2_A）爲0.0124，佔62%〔$(\sigma^2_A+\frac{1}{2}\sigma^2_{AA})/\sigma^2_m=0.0124/0.0201=0.62$〕；非累加性變方（non-additive）爲0.0077，佔38%，〔$(\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}+\text{non-additive})/\sigma^2_m=0.0077/0.0201=0.38$〕。莖葉重之遺傳變方成分（$\sigma^2_m$）中，其累加性變方（$\sigma^2_A$），佔81%〔$(\sigma^2_A+\frac{1}{2}\sigma^2_{AA})/\sigma^2_m=0.0061/0.0076=0.81$〕；非累加性變方佔19%〔$(\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}+\text{non-additive})/\sigma^2_m=0.0014/0.0076=0.19$〕。在兩種性狀中之遺傳變方成分，均以累加性變方（$\sigma^2_A$）比非累加性變方爲較重要，而累加性間交感變方均不存在。塊根重之遺傳率爲56.57%，莖葉重之遺傳率爲75.05%，塊根重後裔平均值比親本平均值增加9%，莖葉重後裔平均值比親本平均值增加46%，均以後裔之平均值爲較大。兩種性狀之遺傳增進率的預測及實測值均較爲接近。

2.兩處甘藷秋作第6及第7世代親子試驗四種性狀個別分析所得之親本遺傳變方成分（σ^2_m）等，劃分爲σ^2_A，σ^2_{AA}及non-additive成分，兩處個別分析所得結果列示如表7。

表 7. 秋作兩處甘藷第 6 及第 7 世代試驗個別分析之遺傳變方成分 (σ^2_A、σ^2_{AA} non-additive)，遺傳率、表型變方、親子平均值及預測及實測之遺傳增進率之比較

Table 7. Comparison of genetic variance components (σ^2_A, σ^2_{AA} non-additive) phenotypic variance, heritability, parent and offspring means, and percentage of genetic advance based on data from generations 6 and 7 in each of 2 locations in fall planting sweet potato

性狀 Chara-cters	本分所試驗地 Shan Tzu Ting experimental field									水源地試驗地 Shui Yuan Ti experimental field								
	遺傳變方成分劃分 Partition of σ^2_m into genetic variance Components			遺傳率 Herit-ability	親本平均值 Parent mean (kg/hill)	後裔平均值 Offspring mean (kg/hill)	表型變方 Pheno-typic vari-ance	遺傳增進率 Percentage of genetic advance (10% selection intensity)		遺傳變方成分劃分 Partition of σ^2_m into genetic variance Components			遺傳率 Heritability	親本平均值 Parent mean (kg/hill)	後裔平均值 Offspring mean (kg/hill)	表型變方 Phenotypic variance	遺傳增進率 Percentage of genetic advance (10% selection intensity)	
	σ^2_A	σ^2_{AA}	Non-add-itive	(h^2)	(公斤/株)	(公斤/株)	σ^2_P	預測值 Predicted value	實測值 Observed value	σ^2_A	σ^2_{AA}	Non-additive	(h^2)	(公斤/株)	(公斤/株)	σp^2	預測值 Predicted value	實測值 Observed value
塊根重 Fresh root wt.	0.0164	0	0.0180	43.85	0.4127	0.5274	0.0374	16.55	15.87	0.0373	0	0.0329	50.47	0.4858	0.7115	0.0739	23.09	13.53
莖葉重 Stem and leaves wt.	0.0014	0	0.0164	6.48	0.4885	0.5695	0.0216	1.00	5.54	0.0270	0	0.0473	30.58	0.6534	0.8979	0.0883	11.83	7.66
每個塊根均重 Average wt. per root	0.0022	0	0.0025	40.00	0.1622	0.1633	0.0055	11.65	18.37	0.0023	0	0.0023	46.93	0.1631	0.1990	0.0049	16.62	11.71
塊根個數 Number of roots	0.3276	0	0.1091	57.20	2.5927	3.3281	0.5727	13.60	14.51	0.2733	0	0.5306	29.79	2.9000	3.6156	0.9173	7.49	10.51

由上表可知，本分所試驗地所得結果，塊根重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，其累加性變方（σ^2_A）爲0.0164，佔（$\sigma^2_A+\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}$）/ σ^2_m=0.0164/0.0344=0.48，爲48%；非累加性變方爲0.0180，佔（$\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}$+non−additive）/ σ^2_m=0.0180/0.0344=0.52，爲 52 %。莖葉重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，累加性變方（σ^2_A）佔8 %，非累加性變方佔92%。每個塊根均重遺傳變方成分（σ^2_m）中，累加性變方佔47%，非累加性變方佔53%。塊根個數之遺傳變方成分中，累加性變方佔75%，非累加性變方佔25%。在四種性狀中，以塊根重、每個塊根均重及塊根個數之遺傳率較高，分別爲43.85%，40 %及 57.20% ，莖葉重之遺傳率最低，爲 6.48%。水源地試驗地所得結果，塊根重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，其累加性變方爲0.0373，佔（$\sigma^2_A+\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}$）/ σ^2_m=0.0373/0.0702=0.53，爲53%；非累加性變方爲 0.0329，（$\frac{1}{2}\sigma^2_{AA}$+non− additive）/ σ^2_m=0.0329/0.0702=0.47，爲47%。莖葉重之 σ^2_m 中，累加性變方（σ^2_A）爲0.0270，佔36%，非累加性變方佔64%。每個塊根均重之 σ^2_m中，累加性變方佔50%，非累加性變方佔50%。塊根個數之 σ^2_m中，累加性變方佔 34%，非累加性變方佔66%。在四種性狀中，塊根重及每個塊根均重之遺傳率較大，分別爲50.47%及46.93%；莖葉重及塊根個數之遺傳率爲較小，分別爲30.58%及29.79%。四種性狀親、子之平均值，均以後裔平均值爲較大，本分所所得結果，塊根重、莖葉重及塊根個數之後裔平均值比親本平均值分別增加27%，16%及28%，僅每個塊根均重無差異。水源地所得結果，塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數均以後裔平均值比親本平均值大，分別增加46%、37%、22%及24%。所研究四種性狀中，遺傳增進率之實測與預測值均較爲接近。由兩處所得結果比較觀之，其遺傳變方成分之變化，並不一致，一般言之，如以兩地分別所得結果作爲說明，其訊息似較有限，因其受環境（Environment）因素影響，其準確性顯然不大，故應將兩地試驗所得資料，作綜合分析，則其所得結果之準確性，當較個別分析者爲高。

今又將兩處甘藷秋作試驗綜合分析所得結果列示如表 8 。

表 8．兩處甘藷秋作第 6 及第 7 世代試驗綜合分析之遺傳變方成分（σ^2_A、σ^2_{AA} non-additive）、遺傳率、表型變方、親、子平均值及遺傳增進率之比較

Table 8. Camparison of genetic variance components (σ^2_A, σ^2_{AA}, non-additive) phenotypic variance, heritability parent and offspring means and percentage of genetic advance based on data from generations 6 and 7 in the two locations combined in fall planting sweet potato

性狀 Characters	遺傳變方成分（σ^2_m）之劃分 Partition of σ^2_m into genetic variance Components			遺傳率 Heritability	親本平均值（公斤／株）Parent mean (kg/hill)	後裔平均值（公斤／株）Offspring mean (kg/hill)	表型變方（σ^2_p）Phenotypic variance	遺傳增進率 Percentage of genetic advance (10% selection intensity)	
	σ^2_A	σ^2_{AA}	non-additive					預測值 Predicted value	實測值 Observed value
塊根重 Fresh root wt.	0.0211	0	0.0179	44.51	0.4493	0.6194	0.0474	17.98	22.60
莖葉重 Stem leaves wt.	0.0046	0	0.0320	10.04	0.5714	0.7337	0.0458	3.18	5.77
每個塊根均重 Average wt. per root	0.0022	0	0.0013	50.00	0.1627	0.1811	0.0044	16.66	18.38
塊根個數 Number of root	0.2656	0	0.2106	43.50	2.7464	3.1674	0.6106	9.74	11.52

由上表可知，綜合兩地試驗分析所得結果，塊根重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，其累加性變方（σ^2_A）爲0.0211，約佔54%；非累加性變方爲0.0179，約佔 46%。莖葉重之遺傳變方成分（σ^2_m）中，累加性變方爲0.0046，佔13%；非累加性變方爲0.0320，佔87%。每個塊根均重之遺傳變方成分中，其累加性變方爲0.0022，約佔63%；非累加性變方爲0.0013，約佔37%。塊根個數之遺傳變方成分中，其累加性變方爲0.2656，約佔56%；非累加性變方爲0.2106，約佔44%。在四種性狀中，累加性間交感變方（σ^2_{AA}）均無存在。由上述結果可知，塊根重、每個塊根均重及塊根個數之遺傳變方成分（σ^2_m）中，以累加性變方比非累加性變方較爲重要，而莖葉重之遺傳變方中，則以非累加性變方爲大。此項結果與 Jones 氏[3] 以第4及第5世代親子試驗，研究塊根重之遺傳變方（σ^2_m）中，其累加性變方爲3.0，佔58%，非累加性變方爲 2.17，佔42%所得結果之趨向相同。塊根重、每個塊根均重及塊根個數之遺傳率分別爲 44.51%，50%及 43.5%，其數值均爲較大，而莖葉重之遺傳率爲較小，其數值爲 10.04 %。四種性狀中，後裔之平均值均比親本之平均值爲大，塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數之後裔平均值比親本平均值約分別增加37%，28%，11%及15%。在選擇强度爲10%時，所求得預測及實測之遺傳增進率均較爲接近。

綜合上述所得結果觀之，在所研究四種性狀之表型變方中，其遺傳變方成分均佔有極大之比例，其數值約佔78%～82%左右，且在遺傳變方成分（σ^2_m）中，塊根重、每個塊根均重及塊根個數之累加性變方（σ^2_A）均比非累加性變方爲較重要，且此三種性狀之遺傳率均爲較大，其數值約在 44～50 %左右。塊根重之遺傳變方（σ^2_m）中，其累加性變方（σ^2_A）佔54%，非累加性變方佔 46%。由此可知，在適當環境下，逢機基本集團植株數在 1,000 以上時，應用混合選擇 (Mass selection) 方法，可期有良好之效果。

誌謝：本研究進行中，承臺灣大學教授萬博士雄及鄭博士建磐賜予指導，臺中菸葉試驗所技正張恩雨同學對親子變方及其變積之遺傳成分分析，亦提供不少寶貴意見，田間調查工作，得簡金寬及蔡 富先生協助，許月華小姐幫忙統計分析，特此深表謝意。

參 考 文 獻

1. Falconer, D. S. (1960): Introduction to quantitative genetics The Rorald press Company, New york.
2. Hanson, W. D, and Robinson, H. E. (Editors) (1963) : Statistical genetic ant plant breeding. Publ. Nat. Acad. Sci. Washington No. 982
3. Jones, Alfred, Steinbaver, C. E. and Pope, D. T. (1969): Quantitative inheritance of ten root traits in sweet potatoes J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 (3):271-275.
4. Jones, Alfred (1969): Quantitative inheritance of ten Vine traits in sweet potatoes J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 (4) :404-411.
5. Kempthorne, O. (1957): An introduction to genetic statistics. John Wiley and Sons, Incs, Inc. New york.
6. Martin, F. W. (1967): The sterility-incompatibility Complex of the sweet potato Proc. Inter. Sym. Tropical Crops, 1 : I : 3—15.
7. Rheener, H. A. Van (1963) : Breeding research in sweet potato (Ipomoea batatas Poir) Euphytica 12 : 245-253.
8. Williams, D. B. and Cope, F. W. (1967) : Notes on self-incompatibility in the genus Ipomoea L. Proc. Inter. Sym. Tropical Crops, 1 : I:16-30.
9 湯文通 (1967) ：作物育種原理與實施。 臺灣大學農學院農藝系。
10. 王 俠 (1964) ：甘藷自交與雜交不親和性及其他因子影響結實率之研究。中華農學會報新48期 1 —12。
11. 李 良 (1974) ：甘藷逢機交配集團各連續世代之變異及平均表現之研究。農業研究23（4）：255—262。

STUDIES ON THE INHERITANCE OF QUANTITATIVE CHARACTERS IN A RANDOMLY INTERMATING POPULATION OF SWEET POTATOES (IPOMOEA BATATAS (L.) LAM.) [1]

by

Liang Li[2]

Summary

Sixty-plants selected at random from each of the fourth and sixth generations of a randomly intermating sweet potato populations and their respective open-pollinated progeny provided the materials for use in quantitative genetic study.

In all four characters, the genetic components (σ^2_m) accounted for a large portion of the phenotypic variance. The values of genetic component was 78 to 82%. The interaction variance component of parents by locations and error variance component were relatively small.

The additive component of genetic variance was relatively more important than the non-additive for root wt., average wt. per root and number of roots. For the stem and leaves wt., the main component of genetic variance is of the non-additive type. The estimates of σ^2_{AA} were zero for all 4 characters.

Root wt., average wt. per root and number of roots showed comparatively high heritabilities, 44.5%, 50% and 43.5%, respectively. Stem and leaves wt. showed the lowest heritability, 10.04%. With a selection intensity of 10%, the predicted and observed genetic advance as percent of the mean were fit well.

In the root weight, about 82% of the phenotypic variance is accounted for by the genotypic variance component (Table 5) and about 54% of geneotypic variance was due to the additive component (Table 8). Thus this study indicates that mass selection procedures can be used to advantage in sweet potato breeding.

1. This study supported in part by a research grant from the Chung Cheng Science and Technical Research Foundation. Research report serial No. 730.

2. Agronomist and concurrently the Director of the Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute.

木瓜缺硼症之發現及防治方法之研究[1]

王德男 張國良 周 閔[2 3 4]

摘要 本研究目的，在於明瞭近年來臺灣各地木瓜果實普遍發生畸形怪病，果面凹凸不平呈瘤塊狀之原因何在？自民國62年至63年，先後在木瓜主要產地屏東縣高樹、鹽埔兩地進行各種試驗，探究其發生原因及防治方法。先用套袋及噴藥防治，斷定其並非病蟲爲害，繼之進行各種肥料施用量、施用法及灌溉試驗，以及莖部解剖、組織切片，葉片及土壤分析，指示植物檢定及田間試驗等結果，始證明爲缺硼症。其病徵爲果實先流乳漿，繼而呈凹凸不平瘤塊狀，果腔胎座及未成熟種子之假種皮呈淡褐色，且種子多不發育或不充實。用硼砂每株0.5公克，濃度0.25%行葉面噴施；或用硼砂每株2.5～5公克行土壤施用，即可完全防止木瓜缺硼症之發生。

前 言

木瓜爲臺灣主要果樹之一，高、屏地區爲木瓜主要產區。近年來每年十月至翌年四月乾旱期間，果實普遍發生畸形怪病，果實表面凹凸不平，呈瘤塊狀（暫稱塊腫病），（圖6）整株、整園發生，情況嚴重，病果完全失去商品價值，只好將之餵猪或廉價賣給加工廠作爲加工原料，損失慘重，必須加以解決。筆者負責木瓜試驗改良，乃致力此項研究。

按木瓜塊腫病以發生於冬季低溫期及在砂質土壤中爲多，且亦較烈[8]，不論本地品種或新品種均有發生，據筆者[9,10]近年來不斷研究調查，先以套袋晝夜觀察，斷定其並非果蠅或其他昆蟲爲害所致。再以各種藥劑處理證明亦非病害引起，乃推斷可能係缺乏某種微量元素或營養水分失調而引起之生理病（生理障礙）。患病果實先流乳漿（Latex），隨後果面呈凹凸不平瘤塊狀，因缺乏文獻記載可資查考，實爲研究本病之一大障礙。雖然 Shorrocks[6] 曾述及木瓜葉片硼素含量低於 20 ppm 時，幼葉暗綠色脆硬，呈斑點狀黃化（Mottled Chlorosis），並有白色滲出物（White exudate）；Samuels[5] 1969 年曾於溫室中行木瓜砂耕栽培，發現木瓜缺硼時株頂呈櫛生（Bunchytop），但無果實病徵描述；據 Burrell[1] 指出蘋果缺硼時果面呈凹凸不平，但無流汁現象。本病除果面呈塊腫狀外，生長點及莖中心髓部呈淡褐色，局部組織潰死，幼嫩種子亦呈淡褐色，且種子多不發育或不充實，但罹病株外觀與正常者無異狀。據 Bussler[2] 報告，作物缺乏硼素之症狀，依種類而不同，常同時或局部出現於生長點，貯藏器官、莖、葉、葉柄、花梗、根等部位。

查近年來木瓜栽培，在施肥方面因成本及施用便利之故，有機質肥料用量減少，化學肥料用量增加，土壤緩衝作用（Buttering effection）逐漸減弱，因此各種作物常發生各種微量要素缺乏症，其中尤以硼素缺乏最爲嚴重普遍。Bussler[2] 發現有49種作物發生缺硼。本省蕃茄、花椰菜、蘿蔔、萵苣、芹菜等之硼素缺乏症已在各地普遍發生[13]。果樹方面，亦先後被發現缺硼症，例如蘋果及梨之

本研究承中正科學技術研究基金會補助研究費，並承中國農村復興聯合委員會補助經費，研究期間又承夏威夷大學柯文雄博士協助葉片分析，總所林家棻技正協助土壤分析，中興大學植物研究所楊瑞森先生協助細胞切片，文成後復承郁宗雄分所長斧正，謹此一併深致謝忱。

1.試驗報告農試字第七三一號
2.臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所技士。
3.農復會植物生產組技正。
4.鳳山熱帶園藝試驗分所技術助理員。

Bitter pit and cracking[6·4]，葡萄之 Hen and chiekens[6·4]，柑桔之 Cork and gum spot[6·4]，鳳梨之 Brown core。

硼素對作物之生理作用具有觸媒作用，且與植物體內醣化物和氮的代謝作用有關[7,13]，可促進無機養分之吸收，調節平衡根之鈣、鎂、鉀、磷之吸收[7]，並調節體內鉀與氮之比率及氮之吸收等作用[13]。

1973年在中央補助計畫下進行本病發生原因之探究，獲知本病實由於缺硼所引起[9,12]，乃於1974年在農復會補助計畫下進行木瓜園硼素施用量及施用法試驗，獲知本病如行葉面噴施 0.25% 硼砂0.5公克後即可見效，新生果果形即正常，至此本研究始告全部完成。

材 料 及 方 法

一、試驗一

以日陞品種爲材料，試區設於屏東縣高樹鄉泰山村88號蔡福成先生木瓜園。

（一）處理設計：先分勤灌溉區（每星期灌溉一次區）與標準灌溉區（每月灌溉一次區）二主處理，再各分不同施肥及微量元素副處理。

1.肥料處理：

A. 標準施肥區　每二個月每株施 4：8：5 混合肥料 200g，共施 6 次，即每株年施 1200g。

B. 堆肥單用區　每二個月每株每次施堆肥 5 公斤。

C. 秋季施肥區　10月至翌年 3 月間應施之標準肥料量於10月間一次施用。

D. 冬季施肥區　10月至翌年 3 月間應施之標準肥料量於12月間一次施用。

E. 多次施肥區　標準肥料量平均分12次施用，每月一次。

F. 氮肥葉面施用區　標準肥料中之氮素每月用尿素噴一次，濃度爲 1 %。

G. 磷、鉀葉面施用區　標準肥料中之磷、鉀肥，以 KH_2PO_4 每月噴一次，濃度爲0.25%。

H. 乾季不施肥區　10月至翌年 3 月不施肥，4 月至 9 月按標準肥料量施用。

2.灌溉處理：

I. 施肥前灌溉區　標準施肥法於施肥前灌溉一次。

J. 施肥後灌溉區　標準施肥法於施肥後灌溉一次。

3.微量元素處理：

K. 硼素葉面噴施區　每月噴0.35%硼砂二次；每次每株施 0.35g。

L. 苦土石灰施肥區　每株施用 10g，即每 $4m^2$ 施用 10g，施一次。

以上共計 2 灌溉區×12種處理× 4 重複×10株=960株。

（二）調查項目：塊腫狀果實發生率。

二、試驗二

以屏東縣鹽埔鄉新二村王萬先生春植日陞品種爲供試材料，自61年11月15日起，每隔 7～10天，以下列處理行葉面噴施一次，共 6 次：

A. 0.25% Molybdenum　　B. 0.25% KH_2PO_4

C. 0.25% Borax

調查果實塊腫病發生率。

三、試驗三

以屏東縣鹽埔鄉新圍村吳石先生於61年 3 月20日所栽日陞品種爲材料，自62年 1 月18日起，每隔

10～15天分：A0.25% Borax, B. 1% Urea，C. ck，三種處理，行葉面噴施一次，共噴8次，每處理栽10株，重複5次。

四、試驗四

以木瓜發生塊腫病之土壤，盆栽嫩莖萵苣（Celtuce 品種）及蕃茄（Manalee 品種）爲缺硼指示植物；行木瓜病果細胞切片，以 Methylene blue 爲染色劑，並行土壤及葉片分析。

五、試驗五　硼素施用量及施用法試驗

以民國62年4月30日栽植之日陞品種爲材料，地點爲屏東縣九如鄉合作農場。

以硼素土壤施肥和葉面噴施爲主處理，葉面噴施硼砂或硼酸各分 0.25%、0.5%、1%、及0% 4種濃度，再分噴一次、二次、三次3種處理（噴一次者在10月，噴二次者在10月及11月各噴一次，噴三次者在10月至12月每月各噴一次，噴四次者在10月至翌年1月每月各噴一次）；土壤施肥以硼砂均勻混入三要素肥料後作追肥施用，每株施硼砂 0g、0.5g.、2.5g.、5g. 4種，再分施一次、二次、三次3種處理。

結　果　及　討　論

一、試驗一

根據本試驗連續5個月試驗結果，各處理間均無塊腫病果發生，此似可證明施肥灌水與果面凹凸不平怪狀之發生無關（過去瓜農認爲塊腫病係由於灌水及施肥不當所引起）。查本試驗園於61年7月間曾施入大量堆肥，推測此可能爲導致使本試驗不同處理間均無塊腫病發生之重要因子，因堆肥中含有相當量之硼素（見表三）。

二、試驗二

試驗結果如表一。

表一　不同處理對木瓜果實塊腫狀之防除效果

Table 1. Effect of different treatments on occurance of deformed-fruits

處理 Treatment / 重複 Replication / 項目 Item	銅 Cu			第一磷酸鉀 KH_2PO_4			硼砂 Borax			對照 CK		
	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean	I	II	平均 Mean
調查株數 Plants investigated	5	6	5.5	3	4	3.5	4	5	4.5	5	2	3.5
調查果數 Fruits investigated	57	59	58	29	40	34.5	40	66	53	43	28	35.5
塊腫狀果 No. of deformed-fruits	54	55	54.5	20	32	26	0	0	0	43	23	33
塊腫狀果百分率（%） % of deformed-fruits	94.7	93.2	94.0	69.0	80.0	74.5	0	0	0	100	100	100

由表一、可知噴施硼砂對於防除塊腫病效果最爲顯著，噴後三個月餘，所結果實全屬正常，不再有塊腫病果發生，而對照區塊腫狀病果發生率高達 100%。按硼素在土壤中爲水溶易被雨水所溶解流失，且一般砂質地更容易流失，而土壤在乾旱狀態時，亦不易被根部吸收，此與本病發生於輕鬆土壤中爲多，且在乾季最嚴重而普遍之情形相吻合。由以上結果，初步推斷木瓜果面塊腫病之發生原因爲缺硼之可能性最大。

三、試驗三

試驗結果如表二。

表二　不同處理間防治效果

Table 2. Control effect among different treatments

處理 Treatment / 項目 Item	硼砂 Borax	尿素 Urea	對照 CK
調查株數（株） Plants investigated	50	50	50
調查果數（個） Fruits investigated	1,446	1,490	1,700
塊腫狀果數（個） No. of deformed-fruits	1	1,077	1,426
塊腫狀果率（%） % of deformed-fruits	0.07	72.35	83.91

由表二得知：

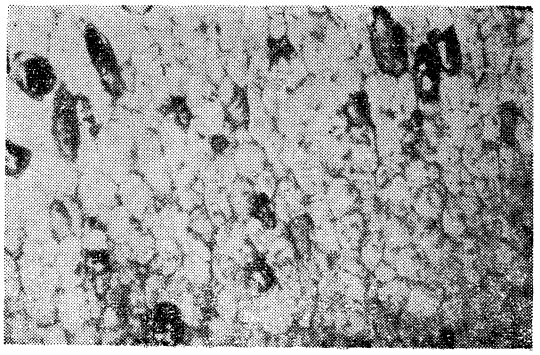
（一）噴硼砂區效果仍最顯著，噴後三個月所結之果實幾全部爲正常，噴尿素區發病率高達72%，對照區發病果高達84%。

（二）可確定木瓜果實塊腫病發生之眞正原因，係由缺硼所引起。

（三）但將來栽種木瓜將施用多少量硼素作爲基肥，亦有待試驗研究。

四、試驗四

細胞切片，葉片與土壤分析及利用嫩莖蒿苣（Asparagus luttice）、蕃茄作爲指示植物（Indicator plant）行生物測定等結果如表三、四，及圖一、二、三、四。

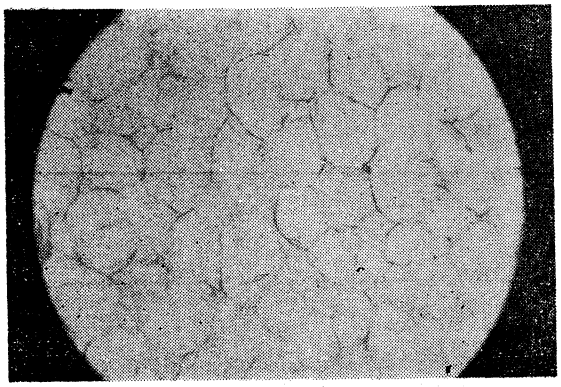


圖一：

塊腫病果實之細胞 40×15x

Fig. 1.

Cells of deformed-fruit (40×15x)



圖二：

正常果實之細胞 40×10x

Fig. 2.

Cells of normal-fruit (40×10x)

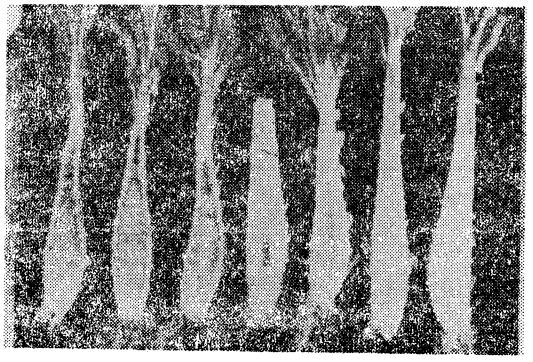
表三　土壤及葉片中硼素含量分析表

Table 3. Boron analysis of soil and leaf

樣品 Sample / 代號 No.	土壤			植株		園主	果實
	深度 Depth (cm)	水溶性硼素含量 Hot Water extracted (ppm)	酸度 (pH value)	部位 (Position)	總硼素含量 Total Boron (ppm)	Farmer	Fruit
1	20	1.30	6.5	葉片 Leaf blade	98.0	王喜	正常 Normal
2	40	2.46	6.8	葉柄 Petiole	31.0		
3	20	0.51	5.7	葉片 Leaf blade	14.5	王喜	塊腫狀 Diseased
4	40	0.58	6.3	葉柄 Petiole	13.5		
5	20	0.34	6.7	葉片 Leaf blade	89.5	吳石	正常 Normal
6	40	0.38	7.4	葉柄 Petiole	41.5		
7	20	0.31	7.1	葉片 Leaf blade	19.0	吳石	塊腫狀 Diseased
8	40	0.34	7.6	葉柄 Petiole	14.7		
9	20	0.40	6.4	葉片 Leaf blade	38.8	蔡福成	正常 Normal
10	40	0.26	6.7	葉柄 Petiole	22.0		
11	20	0.26	5.1	葉片 Leaf blade	13.5	蔡福成	塊腫狀 Diseased
12	40	0.30	5.3	葉柄 Petiole	16.0		
13	20	0.42	6.0	葉片 Leaf blade	28.0	劉貴慶	正常 Normal
14	40	0.48	6.5	葉柄 Petiole	20.0		

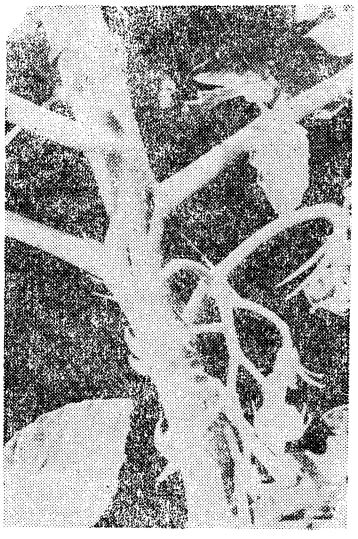
15	20	0.58	6.9	葉 片 Leaf blade	22.0	戴秋復	正 常 Normal
16	40	0.38	7.1	葉 柄 Petiole	23.0		
17	20	0.21	7.5	葉 片 Leaf blade	42.5	邱火炎	正 常 Normal
18	40	0.30	7.8	葉 柄 Petiole	20.0		
堆 肥 (Compost)					25.0		

(係委託臺灣省農業試驗所土壤研究室林家棻技正代爲分析)。



圖三 指示植物一嫩莖萵苣中所呈現之缺硼症狀

Fig. 3. Lettuce grown in soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms



圖四：

指示植物一蕃茄所呈現之缺硼症狀

Fig. 4.

Tomato grown soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms

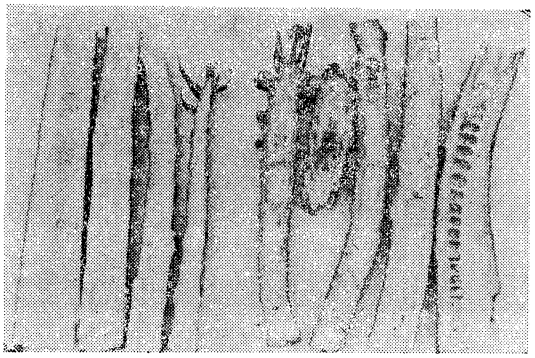
表四　木瓜葉片成分分析表

Table 4. The mineral content of leaves from diseased and healthy Papaya trees

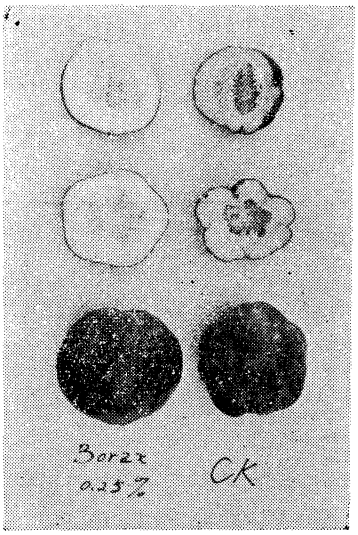
樣品別 Source of sampled	樣品代號 Sampled No.	磷素 P (%)	鉀素 K (%)	鈣素 Ca (%)	鎂素 Mg (%)	銅 Cu (ppm)	鐵 Fe (ppm)	鋅 Zn (ppm)	硼 B (ppm)	錳 Mn (ppm)	鈉 Na (ppm)	鋁 Al (ppm)	鋇 Ba (ppm)
Sample from diseased trees	1	0.24	2.36	2.50	1.18	18.24	316.80	34.11	13.87	72.38	0.03	220.00	6.49
	2	0.24	1.26	3.39	1.11	18.37	197.59	29.19	12.16	92.20	0.04	220.00	4.17
	3	0.26	1.26	3.98	1.46	15.83	190.13	27.77	17.05	138.31	0.05	210.00	4.01
	4	0.28	2.17	2.95	1.10	15.50	189.15	30.97	12.76	91.89	0.04	180.00	3.42
	5	0.29	1.47	3.29	1.17	14.45	181.55	30.27	14.43	124.26	0.05	190.00	3.77
	6	0.24	1.95	3.27	1.21	15.98	185.88	31.36	13.83	74.26	0.05	210.00	3.39
	平均	0.25	1.74	3.23	1.20	16.39	210.18	30.61	14.01	98.88	0.04	201.66	4.20
Sample from healthy trees	1	0.27	1.01	3.56	1.37	14.08	150.94	34.32	62.22	99.04	0.03	190.00	2.81
	2	0.28	0.99	3.78	1.28	20.07	183.67	32.30	51.92	93.10	0.04	230.00	3.65
	3	0.25	1.07	3.63	1.14	16.78	167.86	37.00	32.95	84.12	0.02	180.00	3.08
	4	0.26	1.07	3.28	1.28	17.34	197.10	48.05	63.56	86.43	0.05	220.00	3.71
	5	0.25	0.98	3.25	1.19	15.42	166.24	27.66	62.73	135.03	0.03	180.00	2.62
	6	0.28	0.94	3.41	1.29	16.16	178.36	70.31	43.98	98.09	0.04	210.00	3.46
	平均	0.26	1.01	3.49	1.25	16.64	174.02	41.60	52.89	99.33	0.04	201.66	3.38

(係委託夏威夷大學代爲分析之資料)

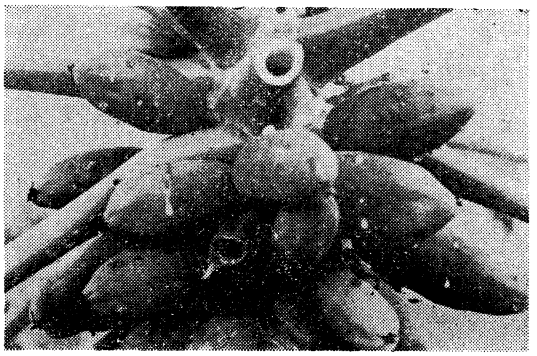
由圖一、二得知病果細胞與正常果細胞顯然不同，病果細胞較小，細胞壁厚，細胞內有許多堆積物，此堆積物經不同染色劑染色結果，確定爲核酸（R. N. A）。而硼素直接涉及核酸的合成[7]，且硼素對植物體內醣化物及氮的代謝與磷的代謝作用有關[7·13]，故缺硼能使儲藏器官停止生長，細胞壁木質化（Lignification）[7]，厚且硬（圖一），及在果實中層部分有不正常石炭酸（Phenol）堆積現象[7]，造成莖內部及生長點呈黃褐色（圖五A），幼嫩種子亦呈黃褐色，且多不發育（圖五B），並造成果實流乳漿（圖五C），最後果面呈凹凸不平塊腫狀（圖6）。



圖五、A：莖縱剖面
左：4片爲健全株　右：5片爲病株
Fig. 5A. Cross-section of Papaya stem region Left: (4 Pieces) healthy plant
Right: (5 Pieces) diseased plant



圖五、B：
左：經噴 0.25% Borax 後之健全果
右：病果
Fig. 5. B. Internal and external appearance of normal fruits (left column) and deformed fruits (right column)



圖五、C：木瓜果實缺硼初期流出乳漿
Fig. 5. C. The early stage of deformed-fruit disease, note the secretion of milky latex on affected fruits.

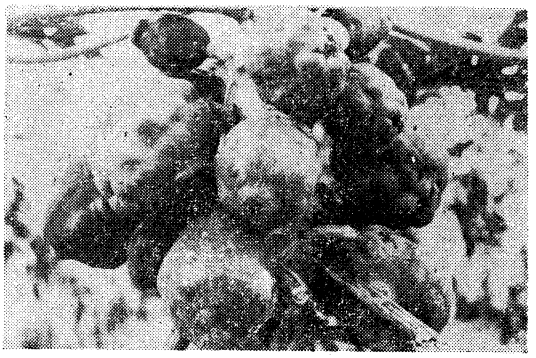


圖 6 ：缺硼果實呈塊腫狀
Fig. 6. The late stage of deformed-fruit disease, note the roughness and deformity of the affected fruits.

由表三、得知：

（1）土壤深度 40cm 處其水溶性硼素含量比 20cm 處較高，此可能上層土壤中硼素隨雨水向下層土壤移動，或上層土壤中硼素比較容易流失。

（2）葉片中硼素含量一般比葉柄中含量爲高。

（3）pH 值低者，似有較易發生缺硼症之傾向。

（4）結果正常之葉片，其硼素含量皆在 20 ppm 以上，不論葉片或葉柄，其所含硼素低於 20 ppm 時，即發生缺硼症。

由表四、得知：

（1）木瓜葉片中所含各種元素量，在國內外似尚無資料可查，此可提供今後研究之參考。

（2）健康植株與發病株間所含各種元素量，以硼素之差異最爲顯著，發病株之硼素含量皆低於 20 ppm，健康植株則皆高在 32ppm 以上，與表三、所得結果相吻合。

五、試驗五　硼素施用量及施用法試驗

經過以上一連串試驗研究結果，已證實木瓜塊腫病係由於缺硼所引起，且可使用硼素防除之，但硼素之施用量，使用次數及施用方法尚有探討必要，因而再進行本試驗，其結果整理如表五。

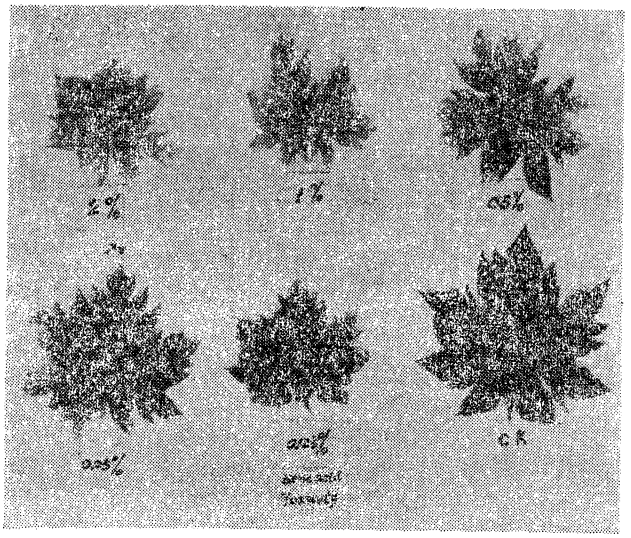
表五、木瓜園各種硼素施用量及施用法對木瓜缺硼症之效果

Table. 5. Control of deformed-fruit dis ease of papaya by foliar spray and soil apply

施用方法 Meth. applied	施用濃度 Dosage	施用次數 Time applied	處理代號 No. of treat-ment	處理株數 Plant treated	調查果數 Fruits investig-ated	病果數 No. of deformed-fruits	病果率 deformed fruits	藥害情形 Toxicity
葉面噴 Spray	0.25%	1	A 1	27	964.0	0	0	無 No
		2	A 2	30	1155.0	0	0	
		3	A 3	25	916.0	0	0	
	0.5%	1	B 1	29	1011.7	0	0	無 No
		2	B 2	22	1019.0	0	0	
		3	B 3	27	862.0	0	0	
施硼砂 Borax leaf	1%	1	C—1	23	889	0	0	無 No
		2	C—2	25	931	0	0	
		3	C—3	20	732	0	0	
	CK	1	D—1	22	764	0	0	
		2	D—2	22	872	0	0	
		3	D—3	23	824	15.0	18.2	
土壤施用硼砂 Borax soil supply	0.5公克/株 (g/Plant)	1	E—1	22	675	0	0	無 No
		2	E—2	18	681	0	0	
		3	E—3	16	574	0	0	
	2.5公克/株 (g/Plant)	1	F—1	16	512	0	0	無 No
		2	F—2	19	566	0	0	
		3	F—3	22	656	0	0	

	5公克/株 (g/Plant)	1	G—1	16	498	0	0	無 No
		2	G—2	18	640	0	0	
		3	G—3	11	266	0	0	
	CK	1	H—1	22	574	9	1.57	
		2	H—2	15	481	86	17.88	
		3	H—3	17	485	0	0	
無葉面噴施硼酸 No Boric acid leaf Spray	0.25%	1	I—1	10	180	0	0	無 No
		2	I—2	10	202	0	0	
		3	I—3	10	158	0	0	
	0.5%	1	J—1	10	238	0	0	微 Light
		2	J—2	10	177	0	0	
		3	J—3	10	191	0	0	
	1 %	1	K—1	10	211	0	0	幼葉葉綠黃枯 Yellow around the edge of young leaf
		2	K—2	10	240	0	0	
		3	K—3	10	243	0	0	
	CK	1	L—1	10	246	23	9.35	
		2	L—2	10	250	15	6.0	
		3	L—3	10	169	29	17.16	

本試驗結果顯示，不論硼砂或硼酸，對防治木瓜塊腫病之效果均極顯著，不論葉面噴施或爲土壤施肥均可完全防止，濃度由0.25%～1%，只要噴一次就有 100%效果，故爲經濟起見，葉面噴施每株可用硼砂0.5%（可和農藥混合噴），土壤施肥每株約0.5公克可混入化學肥料，在缺硼不嚴重地區



圖七、硼酸葉面噴佈濃度過高所發生之藥害情形

Fig. 7. Toxicity occurred on the young leaf when foliar spray with 0.25～2% boric acid solution

，可於乾旱季節來臨前噴一次，在缺硼嚴重地區應在乾旱季節開始時，每隔 2～3 週噴一次，連續噴三次以上。硼酸 (Boric acid) 雖與硼砂有同等效果，但硼砂所施用之各種濃度對木瓜葉片均無藥害發生，而硼酸如行葉面噴施，濃度超過0.25%時，對木瓜幼葉（葉心）即發生顯著藥害（如圖七），使用時宜特別注意濃度。

結　　論

綜合以上試驗結果，獲得結論如下：

一、木瓜缺硼症狀爲果實流乳漿，繼而呈塊腫狀，果腔胎座淡褐色，幼嫩種子亦呈淡褐色(原爲白色)，且種子多不發育或發育不充實，但罹病株外觀與正常者無異。

二、木瓜果實塊腫病，依本試驗結果，證明爲缺硼症，葉面噴施0.25%硼砂 (Borax) 每株 0.5 公克，即可見效，新生果果形即正常。

三、如用土壤施用，每株木瓜施用硼砂2.5～5 公克，即每公頃施 5 ～10公斤爲準。

參 考 文 獻

(1) Burrell, A. B. (1940): The Boron-deficiency Disease of Apple. N. Y. (Cornell) Agr. Expt. Sta. Bul. 428:280

(2) Bussler, W. (1964): Boron Deficiency Symptoms and their Development. Borax Consolidated Limited, London. p1-32.

(3) Huguet, M. C. (1964): Boron in the Physiology of Fruit Trees Relation with Fruit Quality. Borax Consolidated Limited, London.

(4) 三井進午、今泉吉郎 (1958) 作物の要素缺乏一診節と對策，博友社 p. 143; 216—218

(5) Samuels, G. and H. Gibes (1969). Mineral Deficiency Symptoms Displayed by Papaya Grown in Sand Culture. Hort. Abs. 44 (12):905

(6) Shorrocks, M. Boron Deficiency-Its prevention and Cure. Borax Consolidated Limited, London. 56pp.

(7) Skol'Nik, M. (1965): The Physiological Role of Boron in Plants. Borax Consolidated Limited, London. P1-13

(8) 王德男 (1971) 木瓜栽培，農林廳指導員手册　050B一園藝1、2

(9) 王德男 (1973) 木瓜果實瘤腫病（暫稱）發生原因之研究（未發表）。

(10) 王德男 (1974) 木瓜缺硼症之發現及防止方法之研究（論文摘要宣讀）中國園藝20（6）：350

(11) Wang, D. N. and W. H. Ko (1974): Etiology and Control of Deformed-fruit Disease of Papaya (in English) The American Phytopathological Society. (in press)

(12) Wang, D. N. and W. H. Ko (1974): Relationship between Deformed-fruit Disease of Papaya and Boron Deficiency. (in English) Hawaii Agr. Expt. Sta. Journ. Series paper No. 1789

(13) 郁宗雄 (1956) 硼素對於蔬菜之影響，科學農業 4（2）：59~63

DISCOVERY AND STUDY ON THE BORON DEFICIENCY OF PAPAYA

By

D. N. Wang, K. L. Chang, and M. Chow

An unknown disease was wide spread in papaya orchard recently. Latex secretion was found on the surface of fruits at first, and then many tumors were formed. The whole area in the location including young seeds was turned into brown color. The fruits after attacked lose their marketable value.

Boron deficiency was found after many investigations and experiments under JCRR project and Chung-cheng Scientific Technology Foundation. Leaf samples collected from papaya trees with deformed-fruits contained only about one-fourth concentration of boron of the leaves from healthy trees. Tomato and Lettuce grown in soils collected from diseased fields developed typical boron deficiency symptoms. The disease was controlled by spraying leaves of diseased trees with 0.25% borax or 0.1% boric acid solution or by applying 0.5% borax around a diseased trees. Results indicated that deformed-fruit disease of papaya was caused by boron deficiency.

In the same time, we found that it is much easier to cause boron deficiency if papaya trees are planted in the sandy soil during the dry season. Boron in sandy soil is easy to wash off after rainning but is not easy to be absorbed by plant when soil is dry. Therefore, regular irrigation and application of borax is necessary in papaya orchard,

This research was financed in part by grant of JCRR and Chung-cheng Scientific Technology Foundation.

1. Serial No. 731.

2. Horticulturist, Feng-Shan Tropical Horticultural Experiment Station. TARI.

柑桔刺粉蝨綜合防治實驗[1]

林秀貞、魏秀蘭、陶家駒[2]

摘要 本省柑桔刺粉蝨寄生蜂，除已發現之粉蝨黑小蜂 *Amitus hesperidum* Silvestri (Platygasteridae) 外，現又發現粉蝨黃小蜂 *Prospaltella smithi* Silvestri (Aphelinidae)，在不用藥劑防治之柑桔園，此兩種小蜂寄生於柑桔刺粉蝨之寄生率達36～80%，塗藥防治柑桔園達25～53%，適當撒佈防治柑桔園達24～53%，不適當撒佈防治柑桔園爲2～18%。其中以粉蝨黑小蜂分佈最廣，粉蝨黃小蜂除臺北塗藥防治柑桔園出現最多外，在其他各柑桔園分佈均少於粉蝨黑小蜂，或不易發現。兩者雌、雄之比雌多於雄達一倍至一倍半，頗爲理想。今後如能在用藥防治柑桔害蟲時，考慮其安全，可以達成綜合防治目的。

緒　言

柑桔刺粉蝨*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance & Baker原爲臺灣柑桔之次要害蟲，但自普遍使用有機磷劑防治柑桔害蟲後，先後在嘉義梅山、苗栗卓蘭等地造成局部災害，影響柑桔質、量可觀，與柑桔紅蜘 (蜘蛛) [6] 同被列爲應用現代殺蟲劑後所引起之害蟲問題。作者1968年發現天敵三種[7]，其中粉蝨黑小蜂 Amitus hesperidum Silvestri (Platygasteridae) 爲最有效天敵，在不常用或使用不適當及不使用藥劑之柑桔園中，隨時均可發現。

柑桔刺粉蝨爲東南亞特有之次要柑桔害蟲，原產地可能爲大陸之廣東，現已分佈大陸華南各省，日本九洲、靜岡、琉球及印度、巴基斯坦、越南、泰國、菲律賓、夏威夷、關島、印尼、非洲之茅利求Mauritius 及中美洲之牙買加 Jamaica 。寄主除各種柑桔外，玫瑰、梨樹 (新紀錄寄主) 亦常被加害。義大利昆蟲學家 F. Silvestri [10] [11] 1925年曾親往遠東調查，在我國廣州及長沙發現粉蝨黃小蜂 *Prospaltella smithi* Silvestri、石井氏小蜂 *P. ishii* Silvestri (Aphelinidae) 及粉蝨黑小蜂變種 *A. h.* var. *varipes* Silvestri 諸天敵 ，同時氏並採送粉蝨黃小蜂到日本長崎防治刺粉蝨，非常成功。以後1932年 Sawada, E., Ikeda, N. 及 Tanaka, K. [9], 1934年 Kuwana, I. [4] Kabura, T. [5] 相繼報告，證實有效。

此外，1935年 Peterson, Jr. C. D. [8] 由墨西哥輸入粉蝨黃小蜂與同屬之 *Prospaltella clypealis* Silvestri, P. *opulenta* Silvestri ，粉蝨黑小蜂及 *Ereimocerus serius* Silvestri 等五種，防治關島玫瑰刺粉蝨，結果僅粉蝨黃小蜂及粉蝨黑小蜂兩種成功，寄生率高達80～95%，尤以粉蝨黃小蜂更爲出色。又據夏威夷農部 Nakano 氏私人通信報告，粉蝨黑小蜂亦已在該島立足，防治玫瑰之刺粉蝨。

Gerling 1969 [1] 年在 Silvestri 採集 *Eretmocerus serius* Silvestri 標本中，又分爲三種，其中薛氏小蜂 *E. silvestri* Gerling 採自我國福州 ，故我國柑桔刺粉蝨寄生蜂已知者共達四種。

臺灣柑桔刺粉蝨可能由大陸移民隨柑桔苗木帶來，原記錄分佈廣州及福州之粉蝨黑小蜂、粉蝨黃

本試驗承中國農村復興委員會補助經費，謹誌謝忱。

1.試驗報告農試字第732號。

2.臺灣省農業試驗所研究助理員、助理員、技正。

小蜂、薛氏小蜂可能在本省亦有分佈，也許在適當使用藥劑防治柑桔害蟲情形下　早已充分發揮控制刺粉蝨功能，尚未得知，故特爲調查，爲文報告，供作今後綜合防治柑桔害蟲之主要依據。

材料與方法

選擇試驗區因殺蟲劑使用引起刺粉蝨爲害成災之柑桔園嘉義梅山、苗栗卓蘭各一處，及採用官能殺蟲劑塗刷與不防治之柑桔園臺北各一處，按時或隨時採集有刺粉蝨寄生之葉片數十枚，歸後逐葉檢查刺粉蝨羽化裂口蛹殼數、健蛹數、寄生蜂羽化孔蛹殼數。在健蛹寄生之葉片上如蛹體隆起者多爲寄生未羽化之寄生蜂，蛹體扁平者多爲未被寄生之眞正健蛹。凡有此二者之葉片，將脫脂棉包裹葉柄，並滴清水，分別放入塑膠或玻璃管內，管口以尼龍細布及橡皮圈封之，每日觀察一次，並記錄刺粉蝨羽化或其寄生蜂羽化數，必要時加滴清水，保持葉片新鮮。

經此次檢查所得之寄生蜂，除過去已發現之粉蝨黑小蜂外，又發現粉蝨黃小蜂，而石井氏黃小蜂及薛氏小蜂，猶未發現。

所得之粉蝨黑小蜂及黃小蜂除用70%酒精保存者外，形態記述及作分類研究者則分別用 Hoyer's medium 製作玻片及紙片標本保存之。

觀察結果

我國雖有四種刺粉蝨寄生蜂紀錄，但此次僅發現二種 。 今將此二種成蟲形態及生活習性分述如下：

(一)　粉蝨黑小蜂（圖版 1 之A、B）

成蟲雌、雄體均黑色，觸角及足褐色，翅透明。頭大，上唇基片突出，顏面凹陷，兩複眼間有一淺橫几形溝，複眼赤褐，單眼排列爲低二等邊三角形，側角極爲尖銳。觸角柄節最長，約爲梗節及第1、2兩鞭節之和，一側膨大，一側殆直，兩端細小，梗節次之，約爲第4、5兩鞭節之和，中間亦膨大，基部細小；鞭節五節，第1、2兩鞭節細長，第3、4、5三鞭節漸次膨大、粗短，垂節三節，約爲第3、4、5三鞭節之和，節間界限分明，並作斜柱形排列，第2至第5四鞭節之先端各有一粗直之鈍刺及第1、3兩垂節各有一個及第2垂節有二個相同之刺，各觸角節又有很多刺毛。

前胸背板狹，向後彎曲，但不達及翅基片，中胸背板最大，有二條斜溝，作倒八字形排列，溝向後漸粗；小楯板後方有淺縱隆紋；後胸背板小，不易見及；前伸腹節平滑，中間略突出，呈橫方形，兩側稍膨大，呈網狀，有許多細毛。前足脛節距之先端分作二叉，中後足脛節距不分叉，簡單；各足之第1跗節最長，約爲第2、3兩跗節之和，第5跗節次之，第4跗節最短，爪間肉墊薄膜狀。前翅僅基部有短小之徑脈、無翅痣及徑分脈、中脈等；後翅僅有翅鉤2個，前後兩翅面均有細毛，緣毛很長。

腹部與胸部等長，第1腹節短、橫方形、有粗隆紋；第2腹節最大，佔腹部之一半，平滑，其餘第3、4、5、6四腹節短，漸次細小，產卵管突出，約與足之第5跗節等長。體長0.75公厘。

生活習性　本種寄生蜂原記載產於香港及新加坡，寄主爲 *Aleurocanthus citriperdus* 。今已遍及東南亞各地及美洲、墨西哥，寄主均屬 *Aleurocanthus* ，已知者爲 *A. citriperdus*, *A. spiniferus* 及 *A. woglumi* ，並已發揮生物防治功能。成蟲產卵於末齡幼蟲體內，由產卵至羽化在3月間爲11～13天，一隻粉蝨幼蟲通常被一隻寄生蜂寄生，有時兩隻。刺粉蝨羽化孔爲倒T字形，粉蝨黑小蜂羽化孔爲正圓形。臺灣嘉義、雲林、苗栗、臺北等地均已出現。

變種 *A. h. varipes* Silvestri 產於大陸湖南長沙三沙集（前湖南省昆蟲局局址）此變種又產於越南、蘇門答臘，寄主爲 *Aleurocanthus inceratus*。

（二） 粉蝨黃小蜂（圖版 1 之C、D）

雌體黃褐色，頭之兩複眼間，觸角梗節及各鞭節、大顎、前胸背板、中胸背板兩側之翼板及後胸背板褐色，中胸背板，小楯板黃褐色，前伸腹節及腹部大部黃褐色，腹部第 1 、 2 、 3 三腹節兩側及腹部第 4 、 5 及 7 三腹節背板黑褐色；足淡褐色；翅透明，但前翅自徑分脉至翅痣之直下方至後緣暗色。

頭頂複眼間之三單眼排作正三角形；複眼大，赤裸；口器大顎有齒三枚，觸角柄節長，長過梗節及第 1 、 2 兩鞭節之和，梗節與第 1 鞭節等大，第 2 、 3 、 4 、 5 、 6 五鞭節略等長，每節之長各爲其寬之二倍，但自第 4 鞭節起，略爲粗大，各觸角節均有不少長短毛，第 2 、 3 、 4 、 6 四鞭節有三個及第 5 鞭節有四個長條形感覺器。

胸部各背板呈網狀紋，中胸背板中側有毛五本，小楯板中側各有毛二本，並較粗直。各足之跗節均爲五節，第 1 跗節最長，爲其餘各跗節之二倍長，脛節末端之距不甚發達，中足第 1 跗節末端有距一枚。前翅翅痣上有感覺器 3 ～ 4 個，排列一起，翅面毛短，緣毛長，後翅緣毛更長，較其最寬之翅面長些。

腹部向後細小，第 9 腹節兩側各有長毛二本，產卵管短，不甚突出於尾端。體長 0.8公厘。

雄蟲全體黑褐色，複眼紅色，觸角梗節碗狀，長度短於其寬，第 4 、 5 、 6 三鞭節不膨大，均與第 1 、 2 、 3 三鞭節同一粗細和長度；感覺器之分布亦相同，惟第 6 鞭節僅有二個。足與雌同，惟前翅中部透明，不呈暗色，以爲區別。腹部第 8 節色淡。

生活習性：本種在錫蘭之寄主爲 *Aleurocanthus woglumi* ，成蟲產一卵於刺粉蝨第 1 齡幼蟲體內，直至刺粉蝨蛹期寄主死亡，其生活史完全與刺粉蝨符合 [3] ，亦一年出現四代， 成蟲壽命可達 15～30天。粉蝨黃小蜂羽化孔爲橢圓形。

（三） 粉蝨黑小蜂及黃小蜂控制本省柑桔刺粉蝨情形

自本年（1974）六月份起，於臺北本所園藝系一年來未用藥劑防治之柑桔園每二星期調查一次，共13次，臺北石壁坑七年來用官能殺蟲劑愛速靈塗刷防治之柑桔園於 7 月13日及22日調查二次，苗栗卓蘭於10月 6 日及11月26日調查二次，及嘉義梅山於 8 月28日、10月 9 日及11月27日調查三次。今將歷次調查結果列表於下。

表 1 柑桔刺粉蝨被粉蝨黑小蜂及黃小蜂寄生率考查

Table 1. Surveys of *Aleurocanthus spiniferus* Parasitized by *Amitus hesperidum* & *Prospaltella smithi*, Taiwan, 1974.

調查地點	調查月日	觀察葉數	觀察蟲數	健蛹數	寄生蛹數	寄生率
Surveyed localities	Surveyed date	No. of leaves observed	No. of insects observed	No. of healthy pupae	No. of parasitized pupae	Percentage of Parasitism
臺北公舘 1. Taipei, Kungkuan	6月20日 June 20	31	166	100	66	40
	7月 3 日 July 3	30	319	199	120	37
	7月17日 July 17	25	191	103	88	46
	7月31日 July 31	32	276	76	200	72

	8月14日 Aug. 14	42	682	157	525	77
	8月28日 Aug. 28	35	398	91	307	77
	9月11日 Sept. 11	33	479	215	264	55
	9月26日 Sept. 26	39	209	34	175	80
	10月9日 Oct. 9	14	215	130	85	36
	10月22日 Oct. 22	30	181	89	92	50
	11月6日 Nov. 6	19	178	75	103	58
	11月20日 Nov. 20	6	57	20	37	65
	12月4日 Dec. 4	21	200	124	76	35
2.	以後該園因臺大要地建築、遷移，故停止檢查					
臺北石壁坑 3. Taipei, Shihpikeng	7月13日 July 13	32	303	214	71	25
	7月22日 July 22	33	299	90	103	53
苗栗卓蘭 4. Miaoli Cholun	10月16日 Oct. 16	119	1,396	1,067	329	24
	11月26日 Nov. 26	82	614	284	330	53
嘉義梅山 5. Chiayi Meishan	8月28日 Aug. 28	18	153	143	10	2
	10月9日 Oct. 9	46	608	572	36	6
	11月27日 Nov. 27	110	697	549	148	18

1.自本年 (1974) 起未撒布藥劑 Without chemical control since 1974.

2.以後該園因臺大要地，遷移他處，故停止檢查。

Stopping Survey because of removing citrus plants for building house。

3.自1967至1974八年來塗刷藥劑防治。

Chemical control with painting method since 1967 until 1974.

4.自1973年起大害。Outbroken since 1973。

5.五年前大害。 Outbroken 5 years ago.

觀上表柑桔刺粉蝨被粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂寄生之寄生率據當時各地實際調查結果，當年不用藥劑防治園爲36～80%（13次），塗藥園25～53%（2次），過去成災園2～18%（3次），最近成災園24～53%（2次），由此可知粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂在柑桔園中早已立足，惟寄生率除嘉義梅山較低外，其他地區柑桔園均在24%以上，堪稱有效天敵。今後如能於防治其他柑桔害蟲時，在選用藥劑種類，使用時期及方法諸方面，愼加考慮，儘量避免加害天敵，可不致促成刺粉蝨之再起大害，

而對刺粉蝨本身亦可不必考慮用藥防治。

（四）粉蝨黑小蜂與粉蝨黃小蜂優劣比較

據今年半年來在臺北公舘與隨時在臺北石壁坑、苗栗卓蘭及嘉義梅山一帶調查，最常見者爲粉蝨黑小蜂，至於粉蝨黃小蜂在臺北公舘亦不多見，但在海拔 150公尺左右之臺北石壁坑山地概爲本種，而粉蝨黑小蜂反不多見，苗栗卓蘭粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂均有分佈，但亦以粉蝨黑小蜂爲多，由此可知粉蝨黑小蜂適應力較黃小蜂爲强。就性比而言，粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂雌均多於雄，前者爲2.5：1（309：123），後者爲2：1（112：58）。

討　論

1. 寄生柑桔刺粉蝨之寄生蜂全球已知者有六種，分佈於我國華南各省有四種，臺灣有二種，即粉蝨黑小蜂與粉蝨黃小蜂，此二種天敵、控制刺粉蝨最爲有力。

2. 粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂早已存在於本省，且刺粉蝨已在其控制之下。根據以上各地調查結果，顯示粉蝨黑小蜂分佈最廣，但在臺北石壁坑柑桔園連續七年應用官能殺蟲劑愛速靈塗刷防治各種柑桔嫩枝葉害蟲後，粉蝨黃小蜂反較多，原因待究。

3. 今後如能在防治柑桔害蟲而必須採用藥劑時，對於選擇藥劑，使用時期、方法等等均宜詳加考慮，儘量設法不影響粉蝨黑小蜂及粉蝨黃小蜂或其他柑桔害蟲天敵爲前提；對刺粉蝨而言，似無使用藥劑防治之必要。

4. 粉蝨黑小蜂與粉蝨黃小蜂除寄生於柑桔刺粉蝨外，在其他國家，又寄生於如 *A. inceratus* 及 *A. woglumi* 二種，並已達到生物防治成功階段。同時此二種小蜂，亦可寄生於玫瑰及梨樹上之刺粉蝨，在綜合防治玫瑰及梨樹害蟲言，似宜愼重考慮。

參考文獻

1. Gerling, D. 1969 Comments on *Eretmoceras serius* Silvestri (Hymenoptera: Aphelindae) with a description of two new species, Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filipp Silvestri" Portici 27:79-88.
2. Kaburaki, T. 1934 Effect of some exotic plants & animals upon the flora & fauna of Japan, Proc. 5th Pacific sci. congr. Canada 1933, 1:801-805.
3. Kodama, G. 1931 Studies on *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, Kagoshimaken, Kyushu, Japan 38, pp. 6 pls.
4. Kuwana, I. 1934 Notes on a newly imported parasite (*Prospaltella smithi* Silvestri) of the spiny white fly (*Aleurocanthus spiniferus* Quaintance) attacking citrus in Japan, Proc. 5th Pacif. sci. congr. Canada. 1933,5 pp.
5. Kuwana, I. & Ishii, T. 1927 on *Prospaltella smithi* Silvestri & *Cryptogratha* sp., the enemies of *Aleurocanthus spiniferus* imported from Canton, China, J. Okitsu Hort. Soc. 22:77-80, 1 pl.
6. 羅幹成、陶家駒 1964 柑桔紅蜘蛛天敵調查及藥劑防治對其安全之檢討，中華農學會報（新）48：39～49。
7. 羅幹成、陶家駒 1968 臺灣省柑桔害蟲類天敵調查，中華農學會報 1：72～109。
8. Peterson, G. D. 1956 Biological control of the orange spiny white fly in Guam, J. econ. ent. 43 :681-683, 1 ref.
9. Sawada, E. Ikeda, N. & Tanaka, K. 1932 Studies on*Prospaltella smithi* Silvestri, an enemy of *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, Mater. improv. agric. 42: 1-28, 2 pls. Govt. Japan minist. agric. for, bor.
10. Silvestri, F. 1926 Descrizione di tre specie di *Prospalteltella* e di una di *Encarsia* (Hym

Chalcidae) parassite di *Aleurocanthus* (Aleyrodidae), Eos. 2:179-189, 4 figs.
11. Silvestri, F. 1927 Contribuzonone alla coscenza degh Aleurodidae (Insecta: Hemiptera) Uient su Citrus in Extremo Orient e dei loro parassit, Boll. Lab. Zool. Portici 21:1-60, 34 figs.

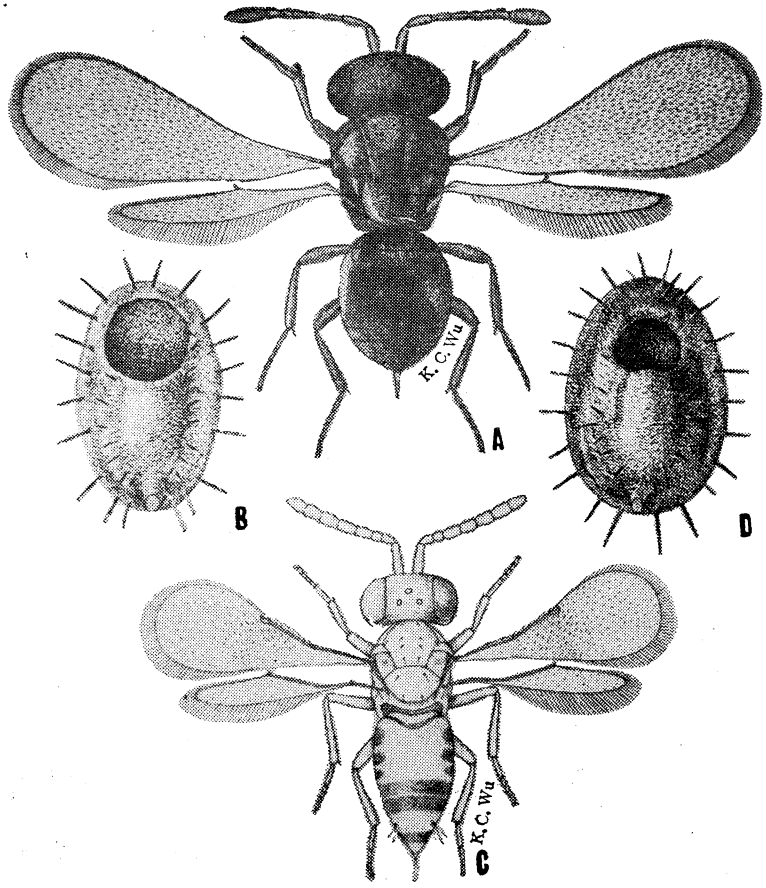
INTEGRATED CONTROL OF CITRUS SPINY WHITE FLY, *ALEUROCANTHUS SPINIFERUS*, *QUAINTANCE & BAKER (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE)*

by

Hsiu-Chen Lin, Hsiu-liang Wei and Chia-Chu Tao

Summary

The recorded parasite *Amitus hesperidum* Silvestri (Hymenoptera: Platygasteridae) and newly recorded parasite *Prospaltella smithi* Silvestri (Hymenoptera: Aphelinidae) of citrus spiny white fly *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance & Baker (Hemiptera: Aleyrodidae) have been observed in different citrus groves distributed on west coast of Taiwan. It showed that the parasitism of both parasites in without chemical control grove was 36-80% from June-December, 25-53% in integrated control grove with 10% azodrin painting on the bases of main branches circled as broadth as 3 times of their diameters in July in Northern part, 24-53% in adoptable chemical control grove by spraying in October & November in Mipdle part & 2-18% in over chemical control grove by spraying in August, October & November in Southern part respectively. *Amtius hesperidum* seemed to be most active in each grove. However, *Prospaltella smithi* was most abundant in intergrated control grove with painting method. Females of both species were double or more than males. Carefull selection of insecticide, proper time of application, etc. could be achieved in integrated control of citrus spiny white fly and other citrus insect pests too.



圖版說明：A. 粉蝨黑小蜂成蟲。　　B. 粉蝨黑小蜂羽化孔。
C. 粉蝨黃小蜂成蟲。　　D. 粉蝨黃小蜂羽化孔。

Explanation of Plate

A. Adult female of *Amitus hesperidum* Silvestri, dorsal view.

B. Exit hole of *Amitus hesperidum* Silvestri on its host pupal case.

C. Adult female of *Prospaltella smithi* Silvestri, dorsal view.

D. Exit hole of *Prospaltella smithi* Silvestri on its pupal case.

臺灣蚜蟲寄生蜂及其繁殖[1]

劉 清 淳[2]

摘要 蚜蟲寄生蜂是生物防治上控制蚜蟲蟲口的主要寄生天敵，本省經濟作物上採得的種類約有四十餘種，寄生於五十餘種不同的蚜蟲寄主，其分佈依季節，環境、寄主植物及蚜蟲有異，食性與蚜蟲的寄主範圍有關，專食性者受植物及蚜蟲營養的限制分歧較少，廣食性者由植物營養的連鎖性及蚜蟲改變其寄主隨而增廣食性。寄生方法以滲透方式吸取寄主營養，寄生後期方破壞寄主生殖系統及其他重要部位。尋找寄主先以植物的顏色，再以蚜蟲的味道線索及觸覺等尋着寄主，寄主適應決定於寄生蜂卵上附着的脂肪酸類型，此酸間接由寄生蜂母代寄主及植物的營養來源而異。

影響寄生蜂自然發生的因子頗多，重複寄生蜂可分外寄生如 *Dendrocerus* (Ceraphronidae), *Asaphes* (Pteromalidae), *Coruna* (Pt.), *Pachyneuron* (Pt.) 及 *Euneura* (Pt.)；與內寄生如 *Charips* (Cynipidae), *Alloxys* (Cyn.) 及 *Aphidencyrtus* (Encyrtidae)，均屬於廣食性者，甚至有些廣及粉蝨、介壳蟲的寄生蜂及草蜻蛉、瓢蟲、食蚜虻及癭蠅的蛹，其出現時期在蚜蟲發生後期較多。螞蟻以 *Formica* 及 *Lasius* 二類較常干擾寄生蜂的產卵行爲，故生物防治上須注意其與寄生蜂之間的生態適應情形。天敵的競爭，捕食天敵一併取食蚜蟲內的寄生蜂情形，在生物防治立場並無大礙，而寄生蜂之間的競爭，防治上宜選擇優越的種類爲繁殖對象，蚜蟲因寄主而大量遷移的習性終斷蚜蟲爲主的生態系統，可用栽培中間寄主及輪割收成方式補救。氣候因子如氣溫影響繁殖之速率，風雨影響成蟲產卵行爲亦須加考慮。

寄生蜂繁殖工作包括寄主植物栽培，蚜蟲飼育及寄生蜂繁殖等主要事項。植物以培養液砂土方式栽培，利用毛細管供應水分，光照18小時，溫度 22°C，控制蚜蟲密度於不太高的情形下，有利於無翅型蚜蟲的大量繁殖。寄生蜂接種於箱內五天後，視寄生過的蚜蟲呈透明之初期乾屍時，將其採下收集，置低溫 (5°C) 中保存可達數月。寄生蜂運送至田間宜用低溫箱，避免高溫引起死亡，且須備蜜水以飼餵羽化的成蜂，釋放前須調查田間寄主的存在，是否足够供寄生蜂生存及增量，釋放時宜擇晴朗午前較佳，位置選在遮蔭處。

緒 言

世界人口激增，糧食需要日益嚴重，亟須增加農作物生產，而害蟲是作物主要的威脅。臺灣近年來蟲害防治僅賴化學藥劑，而害蟲對藥劑能產生抵抗性，不但效果未完全可靠，反而防治成本增加；且化學藥劑毒性處理不善，汚染食物。生物防治爲避免用有毒化學物質驅除害蟲，乃從害蟲生態系統中，分析自然界能抵制害蟲之因子，以人爲方法操縱其系統，使不利於害蟲生存。本計畫以此原則，構想利用寄生天敵防治蚜蟲。首先調查本省蚜蟲寄生蜂種類及其重要性，分析寄生蜂在自然環境繁殖情形，深入研究室內人工繁殖方法，提供蚜蟲防治上應用。

蚜蟲寄生蜂經濟重要性

蚜蟲寄生蜂是蚜蟲的主要寄生天敵，蚜蟲除直接吸取植物的汁液，引起凋萎現象外，其分泌的蜜露將誘發煤病，更因其刺吸取食的方式利於毒素病原傳播。蚜蟲中能傳播毒素病的有二百餘種，而每種蚜蟲爲害對象有許多，如桃蚜 (*Myzus persicae*) 可傳播百餘種不同植物的毒素病原 Carter (1962)。蚜蟲除直接從病株吸取病毒傳至健株上，有的蚜蟲體內還能繼續繁殖毒素及遺傳至後代。

本研究承中正科學技術講座基金會補助，敬誌謝忱。

1. 試驗報告農試字第七三三號。

2. 臺灣省農業試驗所技士兼股長。

總而言之，其影響作物生產實難以估計。

蚜蟲寄生蜂重要性是因其尋找寄主能力强，適應在蚜蟲蟲口數少的情形下生存，繁殖快，在短期內即能抑制蚜蟲蟲口使不致於爲害作物。臺灣地區蚜蟲寄生蜂種類雖多，但目前尚存蚜蟲爲害的問題，主要原因是小部份外來蚜蟲在本地仍未有適當的寄生天敵控制，而目前農業害蟲防治方法不利於寄生蜂存在。本工作從分析寄生蜂與蚜蟲關係，寄生蜂在自然環境發生的情形，及寄生蜂室內繁殖等研究，提供生物防治實際應用的參考。

採集方法，標本保存與製作

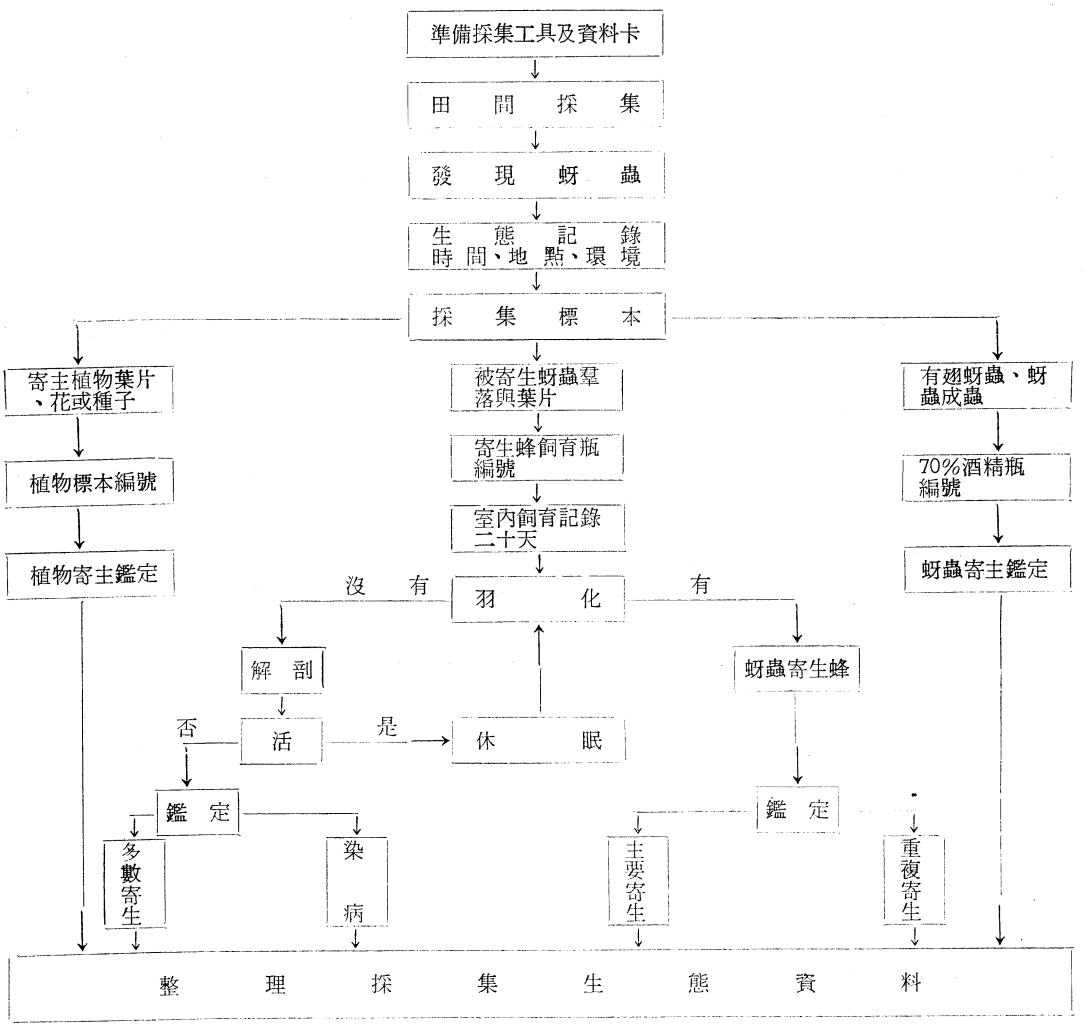
蚜蟲寄生蜂屬姬蜂總科膜翅目昆蟲，幼蟲期內寄生於蚜蟲體內。一般而言，有蚜蟲存在的地方就有寄生蜂，在田間用捕蟲網掃，即可獲得許多寄生蜂成蟲，可惜這些材料對生態研究的價值不高。爲生物防治而研究寄生蜂，採得標本必須附有生態資料如蚜蟲寄主、植物寄主、重複寄生蜂、共棲昆蟲等，甚至有關環境因子的記錄如溫度、濕度、光强度及時間季節，寄生蜂行爲，植物生長情形等。

採集方法　採得蚜蟲，不論被寄生與否，携回室內編號於通風的飼育瓶內飼育，飼育瓶以兩頭開口，封以尼龍紗網爲佳，號碼如L 75-7-20a，（L=採集者代號，75=1975年，7=7月，20=20日，a=一天內採得第幾次標本），編定號碼便於標本與資料的核對。採得之蚜蟲往往有重複寄生情形，當重複寄生蜂羽化後須立刻分離，以免再寄生尚未羽化的蚜蟲寄生峰。採得標本時隨即記下生態資料。田間生態記錄卡樣本如下：

編　號 *Lot No.*	地點：(Locality)	室內飼育 Rearing Laboratory	採集者：Collector
植物寄主：(Plant Host) 蚜蟲寄主：(Aphid Host)		鑑定者：(Det. by) 鑑定者：(Det. by)	
主要寄生蜂： Primary parasites reared		鑑定者：(Det. by)	
重複寄生蜂飼育（　個）(Secondary parasites reared)			
1. *Charips* sp.	1. Assoc. with		
2. *Aphidencyrtus* sp.	2. Assoc. with		
3. *Asaphes* sp.	3. Assoc. with		
4. *Pachyneuron* sp.	4. Assoc. with		
5. Other	5. Assoc. with		
蚜蟲形態記錄：(Aphid color description)		田間記錄：(Field notes:)	
寄生蜂飼育於　°C及　%RH之玻璃瓶或其他 (Parasites reared at　OF. %RH in glass vial carton plastic bag, other.)			

蚜蟲寄生蜂保存方法有二，爲便於寄生蜂形態觀察及鑑定，將寄生蜂成蟲胸部側面黏於插針的三角紙尖端，附上採集標籤及號碼於標本盒內保存。標本多時可置於乾燥的小玻璃管內，用棉花做底，避免衝擊損壞，標本須附上採集號碼備核對。爲分類種的鑑定，解剖雌寄生蜂生殖器、觸角、翅膀，做成玻片標本。生殖器做片，將寄生蜂腹部整個拿下，於KOH 10%中浸漬約3～5小時，依體積大小而定，當腹部骨片呈透明時，取出經清水洗淨2小時，置於玻片上加膠（Hoyer medium）輕輕加上蓋玻片，移置100燭光燈上緩慢烘乾。製片時不得用手施壓力於蓋玻片上，以免產卵器變形。翅膀與觸角製片方法同上，惟時間較短，浸於KOH至翅脈及觸角內沒有氣泡爲止，時間太久褪色，使翅脈不易照像或觀察，觸角節間容易破裂不全。

寄生蜂研究之方法與步驟於下圖表示之。



參考文獻檢討

蚜蟲寄生蜂雖屬個體極小的昆蟲，早於1695年 Leuwenhoek於 Arcara Naturae中已有記載。歐洲蚜蟲寄生蜂研究史，於 Linne 的自然分類學第十版蚜蟲寄生蜂記於姬蜂類，稱爲蚜蟲姬蜂（*Ichneumon aphidum*），不幸標本遺失無法考證。蚜蟲寄生蜂最早的文獻在1818年及1834年由 Nees V. Esenbeck 所寫，目前蚜蟲寄生蜂科內大部份的屬名是當時他訂下的，可惜 Nees 的標本遺失，只留文字記載，當時另一學者 Haliday（1833～1834）亦發表多篇關於蚜蟲寄生蜂文章，許多種與屬訂名亦流傳至今，其標本尚存於英國博物館。Först（1862）記載許多新屬，惜敍述太簡單。Marshall（1899）發表歐洲蚜蟲寄生蜂一文，記載種類以雄蟲爲多，難以比較。自1958年Mackauer與Starý開始重新整理歐洲蚜蟲寄生蜂，十年間有數十篇關於蚜蟲寄生蜂分類文獻。美洲早期（1889～1906）Ashmead及 Baker零星記載過十餘種北美蚜蟲寄生蜂，標本尚存美國國立博物館。其後 Gahan（1911）整理及記載北美蚜蟲寄生蜂新種。至 Smith（1944）發表較傑出的北美蚜蟲寄生蜂，他的記載及圖示足供後人借鑑或參考。

東南亞蚜蟲寄生蜂文獻最早是由Ashmead（1906）記載一些日本新種，Gahan（1927）記載臺灣蚜蟲寄生蜂與小蜂新種。二次大戰後，渡邊(1939～1941)及安松京山（1946～1947）開始記載數種日

本的蚜蟲寄生蜂，後由Takada (1965～1970)整理日本產的蚜蟲寄生蜂文獻，當時Starý及Schlinger (1968) 亦發表東南亞蚜蟲寄生蜂，包括韓國、日本、臺灣及香港，惜標本有限，許多臺灣的種類未盡包括其中。

蚜蟲寄生蜂生態與生物防治應用，早期很少受學者重視，唯有若干零星生物學觀察。自1958年美國加州從印度引進苜蓿蚜蟲寄生蜂防治苜蓿蚜成功後，生物防治激起一股熱潮，各地如歐洲、美洲及亞洲開始了解寄生蜂資源調查的重要性，繼而美國生物防治人員到歐洲、東南亞各國，投入許多經費尋找蚜蟲寄生天敵，遭遇多次失敗。現在開始積極的從生態研究中探討生物防治成功與失敗的原因。關於蚜蟲寄生蜂應用於生物防治文獻，唯有 Starý (1970) 的蚜蟲寄生蜂生物學，整理有關生態的許多資料，惜缺乏有系統的結論與生物防治應用實例。

筆者見臺灣蚜蟲文獻齊全，自一九六八年始從事蚜蟲寄生蜂分類與生態研究，經數年採集，僅完成一般作物上蚜蟲寄生蜂調查。又一九七一至一九七三年間在美國加州大學進修，承蚜蟲寄生蜂分類、生態與生物防治專家 Schlinger, Messenger及Van den Bosch 諸氏指導，完成加州 *Aphidius*蚜蟲寄生蜂包括四十餘種。今撰文臺灣蚜蟲寄生蜂供生物防治工作人員參考與應用。

臺灣產蚜蟲寄生蜂種類

(A) 作物上常見的蚜蟲寄生蜂

(1) *Aphidius*蜂

本屬臺灣記錄共九種，分佈闊葉林木、作物、花卉及雜草上，以寄生常蚜 Aphidinae 及長管蚜 Macrosiphoninae爲主。形態識別以翅脈有合併的中室一個，前伸腹節有中央五角形小室，產卵管鞘菜刀形（如圖20）。蚜蟲被寄生過後，其乾屍呈淡褐色，且略帶光澤。

常發現在作物上的寄生蜂有 *Aphidius gifuensis* Ashmead（如圖4）分佈廣至北海道、夏威夷及臺灣，出現季節從10月至次年6月間，平地以十字花科蔬菜，菊科植物，煙草、青椒、馬鈴薯、柑桔及其他桃蚜（*Myzus persicae*）的寄主植物爲主，發生盛期以3、4及11月間蔬菜栽培期較多。寄生過的蚜蟲乾屍呈金黃色，附着於寄主植物葉片上。夏天以前蛹期於乾屍內附着老葉上渡過，夏眠時乾屍顏色較深。生活史從卵至羽化，於適宜的環境下須8～10天，雌蟲可產卵寄生八十個左右的蚜蟲。寄主在日本的紀錄包括 *Aphis*, *Aulacorthum*, *Macrosiphum*及*Myzus* 等屬。按本省寄生桃蚜的比率較高，從一九六五至一九六九年間約有 2,000次田間平地採集紀錄，九成以上寄主是桃蚜，偶而亦寄生僞菜蚜（*Lipaphis erysimi* Kalt.）及馬鈴薯蚜（*Aulacorthum solani*），成蟲的顏色變化大，低溫色深，高溫色淡，其他詳細生態情形，請參閱農試所特刊十號20～25頁。

Aphidius avenae Haliday 分佈歐美、日本及臺灣，寄生禾本科植物蚜蟲 *Macrosiphum* 及 *Sitobion*，於3至5月間雜草上發生較多，寄生過的蚜蟲以暗金黃色乾屍附著於落葉或穗上。

Aphidius salicis Haliday 分佈全世界，寄生大部份的 *Cavariella* 蚜蟲，發生盛期於4～5月間，當柳樹發芽時，寄生長尾柳蚜 *Cavariella salicicola* (Mats.) 爲多，夏天遷移至芹菜（*Apium peteroselium*）上。美國加州此寄生蜂七月時出現在繖形花科 (Umbellaceae) 植物上，寄生蚜蟲的後齡較多。*Aphidius ervi* Haliday原產歐洲，寄主範圍限以豆科植物蚜蟲*Acyrthosiphon* 及 *Macrosiphum*，歐洲 Star'y 1968年用它防治苜蓿蚜蟲 *Acyrthosiphon pisium* (Harris)，並認爲此蜂在穩定的生態系統 (Stable ecosystem) 中能有效的抑制蚜蟲蟲口。*Aphidius transcapicus* Telenga分佈中歐及臺灣，主要寄生 *Prunus* 植物的 *Hyalopterus* 及其近屬的蚜蟲，本省常見發生在果園及庭院植物上寄生 *Hyalopterus pruni* (Fab.)，乾屍附著在嫩葉下及芽上，寄生率高，是抑制 *H. Pruni* 蟲口的主要因子。北部發生情形，春天該蚜蟲自蘆葦 (*Phragmitis comunis*) 遷移至 *Prunus* 寄主的芽上，早期因氣溫低，寄生蜂發生較遲，另方面可能由寄生蜂隨著

蚜蟲從其他寄主遷移來的比率不高，須至四、五月間方見 *Aphidius transcapicus* Telenga寄生蚜蟲的乾屍，而後食蚜虻、草蜻蛉、瓢蟲及重複寄生蜂逐次出現，六月時氣溫上升，葉老化，蚜蟲又開始遷移，因此終斷了整個蚜蟲的生態系統。*Aphidius absinthii* Marshall分佈全世界，寄主限以菊科植物蚜蟲 *Macrosiphoniella*爲主，春天普遍出現在菊科花卉上，是目前花卉栽培區重要的蚜蟲寄生天敵。

（2）*Diaeretiella*蜂

本屬僅有一種 *Diaeretiella rapae* M'Intosh.（如圖8），分佈全世界。形態識別以體呈黑褐色，翅脈減化只保留的脛脈（Radius）及翅緣脈（Metacarpus），觸角雌蟲十三節，雄蟲十六節，其他特徵與 *Aphidius*近似。寄生過的蚜蟲乾屍呈深褐色，歐洲記錄寄主很廣，但本省只發現寄生菜蚜 *Brevicoryne brassicae*（Linn.）及僞菜蚜（*Lipaphis erysimi* Kalt.），偶而也發現寄生桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer），平地發生於春天油菜開花，高冷地如梨山勝光地帶5～6月間十字花科採種用開花蔬菜上普遍發生，因專食且寄生率高，防治上有利用的價值。

（3）*Ephedrus*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，臺灣已有記錄五種，寄主包括常蚜 *Aphidinae*及長管蚜 *Macrosiphoninae*，分佈廣及各種作物。形態識別以體黑色，翅脈複雜似其他小繭蜂，腹部第一節背面有明顯刻紋，產卵管鞘長槍形（如圖17）。寄生過的蚜蟲乾屍呈黑色。

常見於作物上的有 *Ephedrus robustus* Liu（如圖1），屬臺灣地區性種，於3～5月間主要寄生柑桔嫩葉上的捲葉蚜（*Aphis spiraecola* Patch）及玉米葉上的黍蚜（*Longiunguis saccharis*（Zehn.），偶而亦在蕹葉銹球花上。一般田間的寄生率並不高。*Ephedrus persicae* Froggatt（如圖3），分佈全世界，其寄主及棲息範圍較廣，本省發生以十字花科蔬菜及菸草上寄生桃蚜（*Myzus persicae*）較爲普遍，其田間的寄生率亦不高，在本省以孤雌生殖，室內飼育不易，可能與成蟲食物有關。*Ephedrus plagiator*（Nees）（如圖2），分佈全世界，寄主廣及*Acyrthosiphon, Dactynotus, Hyalopterus, Macrosiphum*及 *Myzus*等屬蚜蟲，臺灣北部四月間發生在萵苣上寄生白尾紅蚜（*Dactynotus formosanus*（Takah.）爲多。

(4) *Lipolexis*蜂

分佈東南亞區，本省記錄共二種，常見於果園、灌木林、路邊、庭院等植物，寄主限於 *Aphis, Longiunguis, Toxoptera*及相近屬的蚜蟲。形態特殊，識別以個體小約在1.5mm左右，體色橘黃，脛脉（Radius）長達與翅緣脉（Metacarpus）平行，沒有中脉存在，產卵管長如梳柄狀，向下彎曲，且尾端膨大（如圖21）。被寄生過的蚜蟲乾屍呈紅褐色，有白色繭突出於外。*Lipolexis scutellaris* Mackauer（如圖5）及 *Lipolexis gracilis* Förster（如圖6）習性及形態近似，惟後者腹部第一節細長且平行。田間發生盛期在柑桔發芽捲葉蚜正多時，或夾竹桃開花季節。寄生率不高，其寄主選擇以寄生蚜蟲初齡爲主。

(5) *Lysiphlebus*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，本省記錄僅 *Lysiphlebus japonica* Ashmead(如圖9)，分佈限於東南亞地區，如韓國、日本及臺灣。常見於旱作、果園及雜草上，形態與 *Aphidius*相似，唯中脉前端退化，前伸腹節只保留"\/"型骨片突起。寄生過的蚜蟲乾屍呈土黃色，寄主以*Aphis, Longiunguis, Toxoptera* 及其他相近蚜蟲屬爲主，發生盛期在5～6月間，寄生黍蚜（*Longiunguis saccharis*（Zehn.），黑豆蚜（*Aphis craccivora* Koch）及烏桕蚜（*Toxoptera odinae*（ven der Goot）較多，一般寄生率頗高。

(6) *Praon*蜂

本屬寄生蜂分佈歐洲、美洲及亞洲。臺灣記錄共二種，*Praon orientale* Starý & Schlinger 及 *Praon dorsale*（Haliday），常見於萵苣及金針上。形態識別翅脉近似*Ephedrus*蜂，惟中脛脉

(Interradial veins) 退化，前伸腹節光滑，腹部第一節背板粗短，產卵管鞘略上曲，且端部尖小。被寄生蚜蟲乾屍呈白色，繭結於乾屍底下，且有圓形吸盤附着植物寄主上。*P. orientale* Starý & Schlinger 發生自十月至次年五月間，於蔬菜蒿苣上寄生 *Ductynotus formosanus* (Takah.) 及 *Hyperomyzus lactucae* Linn. 爲多，棲息以蒿苣類爲主，寄生率高，可稱重要天敵。*P. dorsale* (Haliday) 常見寄生金針蚜 *Indomegoura indica* (ven der Goot) 及牛蒡蚜 *Uromelan gobonis* (Mats.) 。金針蚜蟲及其寄生蜂在平地發生早，高山較遲，寄生過的蚜蟲乾屍一般附着在葉下較多。

(7) *Trioxys*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，本省記錄共十一種，發生於濶葉林、果園、旱作、特作及其他作物，形態特殊，除翅脉簡化保留彎曲的脛脉 (Radius) 及短翅緣脉 (Metacarpus) 外，雌蟲腹部末端有一對曲桿狀且生有刺毛的副器 (Prong) 。寄生過的蚜蟲乾屍呈淡褐色。

常見於作物上的種類有*Trioxys communis* Gahan (如圖14)，分佈日本及臺灣，主要寄生棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)，寄生蜂春天出現在數百種棉蚜的寄主植物嫩葉及芽上，夏天在瓜類，冬天在芋頭。美國曾數度引進未獲成功，主要由於寄生蜂不適該地乾燥氣候環境。*Trioxys toxoptera* Takada分佈日本及臺灣，寄生柑桔上 *Aphis*及 *Toxoptera* 蚜蟲，本省以山區的果園比較常見。*Trioxys struma* Gahan (如圖7)，臺灣土產，主要寄生月桔蚜 *Sinomegoura citricola* (van der Goot) 及小桔蚜 *Toxoptera aurantii* (Boyer D. F.) 亦是靠山區叢林及果園發現較多。*Trioxys* (*B.*) *carinatus* Starý & Schlinger 臺灣土產，3～4月間發生，主要寄生草莓蚜蟲*Marosiphum rubiformosanas* Takah. 。*Trioxys confucius* Mackauer 僅分佈日本、臺灣及香港 (也許大陸南部)，發生在番石榴及榕樹上，主要寄生毛管蚜蟲 *Greenidea*，春天寄生率高，是番石榴毛管蚜主要天敵。

(B) 臺灣產的蚜蟲寄生蜂與寄主間關係

本省所產蚜蟲寄生蜂，筆者數年來收集約三十五種定名，及十餘種尚未定名。寄主包括五十餘種不同蚜蟲。由於有些種類較廣食，有些專食，難以個別討論，將蚜蟲與寄生蜂的關係列表供參考。

List of Aphids and Their Parasites in Taiwan

APHIDINAE	PARASITES
Acyrthosiphon pisum (Harris)	* *Aphidius ervi* Haliday *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Trioxys* sp.
Aphis craccivora Koch	*Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis glycines Mats.	*Lipolexis gracilis* Förster *Trioxys* (*B.*) *communis* Gahan
Aphis gossypii Glover	* *Aphelinus mali* (Haldeman) *Ephedrus* (*E.*) *persicae Froggatt*? *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis gracilis* Förster * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) * *Trioxys* (*B.*) *communis* Gahan *Trioxys* (*B*) *indicus* Subba Rao & Sharma

＊＝常見寄生蜂　　？＝寄主有問題

Aphis nerri Boyer	* *Aphelinus* sp. * *Lipolexis gracilis* Förster
Aphis pomi de Geer	*Aphelinus* sp. * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis rumicis Linn.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis smilacifoliae Takah.	*Trioxys* (*B.*) *smilicis* n. sp. (in press)
Aphis spiraecola Patch	*Aphelinus* sp. *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu * *Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) *Trioxys* sp.
Aulacorthum nipponicum (Essig & Kuwana)	*Aphidius amamioshimensis* Takada
Brachycolus heraclei Takah.	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Brachysiphoniella graminis Takah.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees)
Brevicoryne brassicae (Linn.)	* *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt
Cavariella araliae Takah.	*Aphelinus* sp. * *Aphidius salicis* Haliday *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis scutellaris* Mackauer
Cavariella salicicola (Mats.)	*Aphelinus* sp. * *Aphidius salicis* Haliday *Ephedrus* sp.
Capitophorus sp.	*Aphidius gifuensis* Ashmead ?
Dactynotus formosanus (Takah.)	*Aphelinus* sp. * *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon dorsale* (Haliday)
Hyalopterus pruni (Fabricius)	* *Aphidius transcaspicus* Telenga *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Ephedrus orientalis* Stary & Schlinger
Hyperomyzus lactucae Linn.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon orientale* Starý & Schlinger
Indomegoura indica (van der Goot)	* *Praon dorsale* (Haliday)
Lipaphis erysimi (Kalt.)	*Aphidius gifuensis* Ashmead *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees)
Longiunguis sacchari (Zehn.)	*Aphelinus* sp. *Lipolexis gracilis* Förster * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) * *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu
Macromyzus woodwardiae (Takah.)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Monoctonus* (*M.*) *woodwardiae* Starý & Schlinger
Macrosiphoniella formosartemisiae Takah.	*Aphidius absinthii Marshall*
Macrosiphoniella yomogifoliae (Shinji)	*Aphidius absinthii* Marshall

Macrosiphoniella yomenae (Shinji)	*Aphidius absinthii* Marshall
Macrosiphum rosaeibarae Mats.	*Aphidius* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees)
Macrosiphum rubiformosanum Takah	*Trioxys* (*B.*) *carinatus* Starý & Schlinger
Myzus hemerocallidis Takah.	*Praon* sp.
Myzus persicae Sulzer	* *Aphelinus* sp. * *Aphidius gifuensis* Ashmead *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) * *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis gracilis* Förster
Rhopalosiphum maidis Fitch	*Aphelinus* sp.
Pentalonia nigronervosa Coquerel	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Sinomegoura citricola (van der Goot)	*Aphelinus* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees) *Trioxys* (*B.*) *struma Gahan*
Toxoptera aurantii (Boyer D. F.)	* *Aphelinus* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees) * *Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer *Lysiphlebus japonica* Ashmead *Trioxys* (*B.*) *struma* Gahan *Trioxys* (*B.*) *toxopterae* Takada
Toxoptera citricida (Kirkaldy)	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Toxoptera odinae (van der Goot)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Uromelan gobonis (Mats.)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon dorsale* (Haliday)
CALLIPTERINAE	
Cranaphis formosanus (Takah.)	*Trioxys* (*T.*) *bambusa* n. sp. (in press)
Myzocallis viridis Takah.	*Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt ? *Trioxys* (*T.*) *shivaphis* Takada
Myzocallis sp.	*Bioxys* sp.
Shivaphis celti Des	* *Trioxys* (*T.*) *shivaphis* Takada
GREENIDEINAE	
Greenidea formosana Maki	*Archaphidius greenideae* Starý & Schlinger *Trioxys* (*F.*) *confucius* Mackauer
Greenidea ficicola Takah.	*Archaphidius greenideae* Starý & Schlinger *Trioxys* (*F.*) *confucius* Mackauer
LACHNIDAE	
Cinara formosana Takah.	*Pauesia unilachnus* (Gahan)
Cinara sp.	*Pauesia laticeps* (Gahan)
Tuberolachnus salignus Gmel.	*Aphidius salignae* Watanabe
Unilachnus sp.	*Pauesia unilachnus* (Gahan)

註：關於本省蚜蟲寄生蜂的檢索表，因尚有許多蚜蟲寄生蜂種類仍未收集完全，日後再另整理。

蚜蟲寄生蜂生態

(A) 分　佈

蚜蟲寄生蜂在某地區存在，決定於遷移的動力，棲息環境，寄主植物，寄主蚜蟲，天敵間競爭情形及重複寄生蜂的存在等因子。前四項絕對性的影響蚜蟲寄生蜂分佈，後兩項僅部份性的影響寄生蜂存在，但重複寄生蜂在蚜蟲寄生蜂發生後期也許有很高被寄生率，惟並不影響發生初期，因一般蚜蟲重複寄生蜂繁殖率較低，且寄主較廣。

就蚜蟲寄生蜂形態而言，翅膀很弱，飛翔力不强，主要藉人力、風力或蚜蟲把寄生蜂從一地帶至另一地，一般藉人與風的媒介，能找到適宜環境及寄主的情況較少，而寄生蜂寄生於有翅型蚜蟲體內，跟隨蚜蟲轉移寄主的可能性較大，例如 *Aphidius salicis* Haliday 春天寄生柳樹嫩葉上的長尾柳蚜 *Cavariella salicicola* (Mats.)，當嫩葉老化，氣溫上升時蚜蟲遷移至芹菜 (*Apium petero-selium*) 或其他繖形花科 (Umbellaceae) 植物上，*A. salicis* 幼蟲初齡寄生於有翅型的蚜蟲體內，跟隨寄主遷移至寄主植物後，由寄生蜂繼續發育，蚜蟲被寄生外形逐漸變成硬乾屍，經蛹期，寄生蜂成蟲從乾屍腹部後上方咬開圓形孔羽化。

蚜蟲寄生蜂除藉上述因子外，在短期作物上，呈放射方向逐漸擴散，若天氣晴朗，中午太陽光强，寄生蜂因受光線的刺激，往上飛翔，藉微風飄至較遠地方。

蚜蟲寄生蜂除外地遷入的情形，許多是以棲於原地行夏眠或冬眠渡過不良環境，待環境轉好及寄主出現的季節再羽化，例如 *Aphidius gifuensis* Ashmead 逢夏天平地桃蚜蟲口極少時，以前蛹期於蚜蟲乾屍內附著乾葉上渡過炎熱夏天。松樹蚜蟲寄生蜂 *Pauesia unilachni* Gahan亦有同樣情形，在寄主乾屍內附着於松樹的針葉上過冬。

(B) 進　化

蚜蟲寄生蜂與寄主間之關係複雜，就食性而言，有些種類寄生廣，有些較窄，爲了解其複雜情形，須從基本進化方面探討。在環境單純且隔離的植物相，寄生蜂因受生態及營養的限制，食性較專，種類分岐少，例如南方櫸 (South Beech, *Nothofagus* spp.) 分佈在南美南端及澳洲多雨型森林一帶，因其葉片落地腐爛遺物抑制其他植物生長，由此優越條件覇佔大部份海拔較高的森林地。在南美智利及阿根庭地區發生於此植物上的蚜蟲 *Neuqueaphis* 有十餘種，寄生蜂 *Psuedoephedrus* 有三種。根據歐洲蚜蟲及寄生蜂的琥珀化石證實 (Heie, 1967)，上列蚜蟲與寄生蜂形態考證屬於古典型 (Ancient species)，由於生態隔離及植物含有的營養成分不同，蚜蟲的進化隨季節，棲息及爲害寄主的部位不同而分化，寄生蜂受其蚜蟲及植物的寄主營養限制，其寄生以適應蚜蟲的形態及環境而分化，幾千年來南方櫸 (*Nothofagus*)，*Neuqueaphis* 蚜蟲及 *Psuedoephedrus* 寄生蜂平行進化的情形，可代表比較專食性的蚜蟲寄生蜂。另澳洲地區的 *Nothofagus* 南方櫸 *Sensoriaphis* 蚜蟲及 *Parephedrus* 寄生蜂的關係情形亦復如此。

一般經濟影響較高的蚜蟲都屬於廣食性種類，如桃蚜 (*Myzus persicae*)，棉蚜 (*Aphis gossypii*)，捲葉蚜 (*Aphis spiraecola*) 等，爲害的寄主逾百種廣至數十科的植物。關於食性廣的原因是蚜蟲生活於植物相複雜的環境中，由於寄主植物死亡或葉老化，不適繼續生存，蚜蟲很容易找到其他與原寄主營養成份相近的植物，所謂營養連鎖 (Nutrition continueing) 情形下，轉移寄生到親緣的新寄主上 (Eastop 1973)。另方面由於基因的突變，使蚜蟲能適應寄生於新的寄主，再經有性世代繁殖，將此基因傳至另一蚜蟲系中。蚜蟲寄生蜂因蚜蟲的寄主改變而隨着進化，其適應的寄主植物範圍亦增廣。但有時一棵植物上往往有數種蚜蟲混合在一起棲食，由於寄主蚜蟲的形態及營養相近，寄生蜂因此寄生其他的種類。寄生蜂對新寄主的適應決定於蚜蟲寄主間的營養來源差異，例如：*Aphidius gifuensis* Ashmead 普遍寄生十字花科蔬菜上桃蚜，偶而亦寄生同植物的僞菜蚜，但不寄生芥菜上的僞菜蚜。

(C) 寄生情形

蚜蟲寄生蜂卵孵化後，吸取蚜蟲體液爲營養。有些蚜蟲寄生蜂學者認爲早齡形態因口器發達及尾長，藉尾的擺動在蚜蟲體內行自由活動及嚙食，其實蚜蟲寄生蜂幼蟲食道內並未發現如蚜蟲組織的物質存在。其發育該與蚜蟲胚胎一樣，在寄主體內以滲透方式吸收營養與氧氣及排泄（Spencer 1926）。發育的過程是寄生蜂將卵產在蚜蟲腹部脂肪體（Adipose tissue）的部位，由於卵上附有脂肪酸，可抑制蚜蟲當抵抗時生理上體液產生的売膜（Salt 1970），使孵化後幼蟲周圍的脂肪組織排列不整齊，細胞萎縮。脂肪體在昆蟲體內是營養的儲存庫，不斷由體液轉變供給。第一齡與第二齡寄生蜂幼蟲發育依靠脂肪體的營養成長，並不影響寄主一般生理，三齡後方開始破壞生殖系統，如卵細胞等。寄主被寄生的反應，若是成蟲被寄生，第三天後蚜蟲停止生育；初齡幼蟲被寄生，其胚胎部位呈空腔，有翅型蚜蟲只保存翅基。由於寄生蜂在蚜蟲體內吸取大量養分，寄主蚜蟲發育及生殖有延滯現象，尤其在寄生蜂發育48～72小時期間需要營養最多。不論如何，蚜蟲寄生蜂始終不破壞寄主的肌肉及神經系統，原因可藉其肌肉保持蚜蟲附着於植物上，不斷的吸食植物汁液，轉供給寄生蜂發育。

(D) 寄生習性

（1）寄主尋找　蚜蟲寄生蜂尋找寄主賴其視覺對顏色的感應及蚜蟲分泌的味道，其味道決定於寄主植物汁液，而寄主植物對寄生蜂是否有引誘作用則尚不了解。當寄生蜂藉嫩葉的顏色着落在有蚜蟲的葉片時，並不直接朝蚜蟲的方向進行，仍徘徊於寄主葉片上，用其觸角到處探觸尋找蚜蟲，當找著寄主，輕輕的以觸角敲擊蚜蟲背部，若發現寄主適宜，就將前脚跨置蚜蟲體上，微伸直後足，先挺直腹部，再往前伸，而後將產卵管插入蚜蟲腹部內，產卵時並不選擇寄主固定的位置，主要視其姿勢的方便行事。

（2）寄主適應　蚜蟲寄生蜂是否能完成寄生過程，決定於蚜蟲寄主的行爲、形態及生理。就行爲而言，比較活潑的蚜蟲，當寄生蜂觸及時，有移動，逃避或下落的習性，尚有說法分泌 Pheromones，警告其他蚜蟲逃避天敵攻擊，譬如*Acyrthosiphon pisum*及*Macrosiphum sanborni* 等（個人的意見）；但有些寄生蜂如*Trioxys*大多寄生比較活潑的蚜蟲，產卵時用其腹部副器（Prong）及刺毛擒住蚜蟲，再產卵。若蚜蟲體厚又有臘粉覆蓋，亦將決定不同種類寄生蜂的產卵適應，一般寄生這類蚜蟲者產卵管鞘末端較尖，且附有長又密的刺毛，例如 *Pauesia* 寄生蜂與 *Cinara* 蚜蟲即係如此。寄生蜂產卵選擇蚜蟲寄主亦視對象的齡期與大小，如*Lipolexis*喜歡產卵於*Aphis*及*Toxoptera*屬蚜蟲的初齡。最主要的寄主適應是決定於寄生蜂卵在蚜蟲體內是否能順利的孵化。蚜蟲與其他昆蟲一樣，當有外來物侵入體內時，昆蟲體液（Haemocytes）聚集外來物的周圍，形成約 40～50μ 厚的売膜，內分三層，以裡層細胞最密集（Salt 1970）。若寄生蜂卵被困制的情形稱之爲Encapsulation。若寄生蜂卵要抑制蚜蟲不產生此現象，須靠附於卵上的脂肪酸（Fat acid），脂肪酸的來源，當寄生蜂產卵時，輸卵管中有一部位 Salt稱之爲 Calyx ，分泌出此酸附著於卵上。脂肪酸的種類很多，又依寄生蜂幼蟲期取食的營養決定，換言之，脂肪酸差異間接受蚜蟲吸食的植物汁液影響。

影響蚜蟲寄生蜂自然發生的重要因子

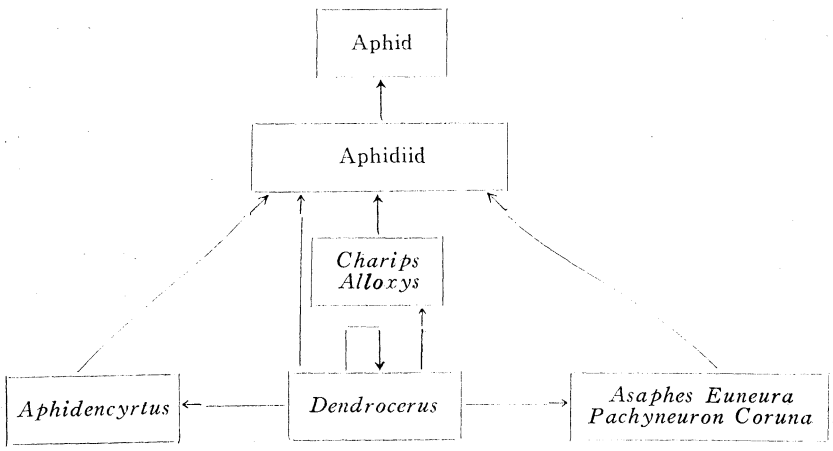
生物防治僅賴人工繁殖寄生蜂力量有限，若能先了解自然狀態下影響寄生蜂發生的因子，將室內飼育有限的寄生蜂，配合田間需要，使每個寄生蜂都發揮其經濟效力，方能達到生物防治目的。自然界中能影響寄生蜂生存因子很多，如重複寄生，天敵的競爭，螞蟻，寄主的遷移，棲息環境及氣候因子等，將重要幾項分別討論於下。

(A) 重複寄生

生物防治乃利用天敵控制害蟲發生，而重複寄生又將摧毀寄生天敵，在此連鎖性的食物鏈（Food chain）系統中，欲繁殖蚜蟲寄生蜂，必先深入了解重複寄生現象，方不致全功盡棄。

重複寄生蜂包括有*Charips* (Cynipidae), *Alloxys* (Cyn.), *Aphidencyrtus* (Encyrtidae), *Asaphes* (Pteromalidae), *Coruna* (Pter.), *Pachneuron* (Pter.) *Euneura* (Pter.) 及 *Dendeocerus* (Ceraphronidae) 等屬膜翅目昆蟲，其種不多，但食性很廣，與蚜蟲寄生蜂之間關係複雜（如圖一）。其寄生方式直接產卵於蚜蟲寄生蜂幼蟲體上或體內。體上者如上列後四屬，寄生體內者如前三屬。有關各類重複寄生蜂之寄生情形，簡述如下：

Dendrocerus 屬於廣食性的重複寄生蜂，其寄主以硬殼 (Capsule) 包著的膜翅目及雙翅目幼蟲或蛹爲對象，寄主範圍包括粉蝨、蚜蟲及介殼蟲的寄生蜂與草蜻蛉、瓢蟲、食蚜虻及癭蠅的蛹。寄生於蚜蟲寄生蜂的種類，東南亞地區已有紀錄者共八種，種類的分岐由棲息環境所決定，普遍發生於作物上的有*D. laticeps*（圖**13**），*D. carpenteri*及 *D. bicolor*，主要寄生範圍以常蚜科 (Aphidinae) 的蚜蟲寄生蜂，如*Aphidius*, *Ephedrus*, *Lysiphlebus*, *Praon*及 *Trioxys* 等屬爲對象。形態上的識別成蟲如圖**13**，卵有縱行細紋，兩端有乳頭狀凸起，一般卵產在寄主幼蟲體的中部。幼蟲孵化後取食情形，用其尖細的大顎刺吸寄主體液，藉身體蠕動將汁液吸收且運送至中腸部位，當發育至四齡時寄主只剩乾皮。幼蟲發育須四天左右，蛹期六至八天，完成一代共須11至16天 (Spencer 1926)。



圖一、蚜蟲、蚜蟲寄生蜂及重複寄生蜂之關係

Pteromalidae科中寄生蚜蟲寄生蜂的種類，包括四屬*Asaphes*, *Coruna*, *Euneura*及 *Pachyneuron*，東南亞區共十一種。其寄生範圍，一般而言 *Asaphes*及 *Pachyneuron*兩屬除 *P. doraphis* 在日本記載寄生介殼蟲型的蚜蟲*Doraphis populi*外，都屬於蚜蟲總科的蚜蟲重複寄生蜂，*Euneura*屬是大蚜亞科 (Lachnidae) 的蚜蟲重複寄生蜂。*Coruna* 屬是大蚜亞科 (Lachnidae) 以外的蚜蟲重複寄生蜂。*Pachyneuron* 的少數幾種有時不僅限於寄生蚜蟲，如 *P. mitsukuii*除蚜蟲寄生蜂外，亦寄生介殼蟲寄生蜂 (Encyrtids) 及食蚜虻的蛹（行多數寄生）。*P. solitarium* 除寄生介殼蟲寄生蜂外，尚寄生鱗翅目卵內的膜翅目寄生蜂。總言之，*Pachyneuron* 的習性，喜好寄生像蚜蟲乾屍類有外殼包着的膜翅目寄生蜂或雙翅目蛹 (Kamijo & Takada 1973)。一般臺灣作物上常見的種類有*A. suspensus*（如圖**19**）、*P. mitsukurii*（如圖**11**），及*P. aphidis*（如圖**12**），果樹及檳林常見的有 *C. clavata*及*P. solitarium*，針葉森林有 *E. augarus* 及 *E. nawai*。產卵數以*Asaphes americana* 爲例，約30～40 (Spencer 1926 及 Orlov 1962)。

內寄生的重複寄生蜂有 *Charips*, *Alloxys*及*Aphidencyrtus* 等屬，前兩者屬於 Cynipid，後者屬於 Encyrtid。關於種的寄生範圍，目前尚未有詳細報告，以筆者的記錄 *Charips*（如圖**15**-二），普遍寄生蚜蟲科的蚜蟲寄生蜂。*Alloxys*（如圖**16**-二）較限於 *Aphis* 的蚜蟲寄生蜂，如 *Lipolexis* 或*Trioxys*。*Aphidencyrtus* 的種不多，最常見於作物的是 *A. aphidivorus*（如圖**18**-

五），寄生於常蚜亞科蚜蟲的寄生蜂。內寄生情形以*Charips*蜂爲例，雌蟲產卵時，選擇蚜蟲體有寄生蜂幼蟲者，用其長的產卵管將卵產於正在發育的幼蟲體內，其幼蟲利用滲透方式吸取營養或呼吸，幼蟲早期不破壞寄主的生理機能，發育後期才取食寄主的重要部位。發育完成後，化蛹，不結繭，成蟲咬嚙不規則的羽化孔從蚜蟲乾屍內鑽出。

（B）螞　蟻

螞蟻、蚜蟲及寄生蜂間的關係複雜，就生物防治上而言，螞蟻是否會影響寄生蜂的寄生情形，實難一概而論。De Bach 生物防治書中提及測定天敵的效力，可利用螞蟻驅逐天敵，其實並非每一種螞蟻都能保護蚜蟲，螞蟻在蚜蟲羣落中干擾寄生天敵產卵的情形，唯有少數的種類，例如：*Formica*螞蟻在蚜蟲羣落時，能嚇阻*Aphidius*及*Trioxys*寄生蜂產卵（Wellenstein 1957）. *Formica*在松樹上爲保護*Cinara*蚜蟲，有驅逐寄生蜂*Pauesia*的現象，即是產卵亦匆忙產了就逃開（Mason 1922）。關於寄生蜂*Lysiphlebus fabarum*與螞蟻*Lasius niger*間的關係，螞蟻的行爲並不影響寄生蜂產卵，寄生蜂產卵時，螞蟻用其觸角輕敲他的身體，而寄生蜂表現若無其事（Starý 1966）。螞蟻與寄生蜂之間關係，學者間意見很多，須視其間的生態適應度而定。

（C）天敵競爭

蚜蟲天敵種類很多，如寄生蜂、草蜻蛉、食蚜虻、瓢蟲等，都以取食蚜蟲爲主，但各類天敵有其適應的生態範圍。如草蜻蛉及瓢蟲能捕食蚜蟲以外的小型昆蟲，如介壳蟲及紅蜘蛛，Hagen 1968 觀察各類天敵產卵與蚜蟲密度的關係，發現蚜蟲天敵在苜蓿上產卵與寄主的密度有關，是以寄生蜂、小黑瓢蟲、瓢蟲、草蜻蛉、食蚜虻的不同先後順序出現。寄生蜂因尋找寄主的能力比其他天敵强，在蚜蟲密度很低時能生存及適應，有些種類還以多數寄生（*Superparasitism*）情形來配合寄主密度的低潮（Starý 1969c）。小黑瓢蟲及其他小型捕食性天敵，以一顆苜蓿上有一隻蚜蟲時開始產卵，，瓢蟲在2—3個蚜蟲產卵，草蜻蛉成蟲因生理上須足量的蚜蟲蜜露方能產卵，產卵時蚜蟲密度一般都較高，食蚜虻的成蟲需要取食花粉蜜露完成卵的發育，其產卵都在花期及蚜蟲密度高時。

在蚜蟲密度低時，寄生蜂因有其他天敵無法競爭的生存特性，但在蚜蟲密度高時，捕食性天敵不論蚜蟲內是否有寄生蜂幼蟲存在，一併取食，但不喜歡吃乾屍。以寄生蜂立場而言，蟲口受影響，以防治蚜蟲而言，密度高時，捕食性天敵的威力較大，寄生蜂與捕食天敵競爭的損失僅是少數。寄生蚜蟲的眞菌亦有感染寄生蜂的紀錄，一般蚜蟲眞菌病原發生在蚜蟲密度高，潮濕及低溫，因發生條件不同，寄生蜂效力受影響不大。

不同種寄生蜂，因競爭而影響寄生蜂在田間的生存。Grinnel 的理論：兩種生物在完全相同的生態環境下，無法兩者生存，寄生蜂亦不例外。當人爲釋放的寄生蜂生態適應力不如土生者時，將逐漸被淘汰或發揮不出效力。防治上選擇繁殖的寄生蜂須考慮　1.寄主尋找能力，2.繁殖速率，3.氣候環境適應性，4.寄主密度低時能否以多數寄生調節蟲口等情形。

（D）寄主遷移

蚜蟲發生一般都受到植物生長與氣候因子影響，大部分蚜蟲僅發生在作物發芽季節，而植物的生長又受週年氣候變遷影響。如以臺灣的柑桔而言，有春芽、夏芽及秋芽，柑桔蚜蟲發生亦在此時。蚜蟲除對寄主有選擇外，還以含氨基酸較高的嫩葉及枝條爲主，當植物嫩葉部分老化，加上氣候因子的不適及密度過高等綜合原因的刺激，使有翅型蚜蟲發生而開始集體遷移。蚜蟲遷移藉風力找到其他適宜寄主的機會不多，如氣流中的蚜蟲，一萬隻僅有一隻幸運者找到適當的植物寄主，而蚜蟲寄生蜂跟隨着遷移的機會更少，若不遷移而在原地休眠往往達3～5個月，其受重複寄生襲擊的可能性很大。由此可見許多情形下因寄主的遷移，將中斷整個以蚜蟲爲主的天敵系統，生物防治如何能保持蚜蟲及天敵的存在，唯有推薦耕作制度上配合其中間寄主栽培，或是短期作物收割時保留部分植物寄主，用以維持蚜蟲天敵在該作物栽培區潛力。

(E) 氣候因子

蚜蟲寄生蜂幼蟲雖生活在寄主體內，與一般昆蟲同樣受到外界氣溫影響，在不致死的溫度範圍內，氣溫愈高，發育愈快，如 *Aphidius gifuensis* 夏天需 8～12天，冬天需15～20天才完成。卵至成蟲間的發育，成蟲的壽命若餵以蜜水 10°C可活29天， 30°C只活2.5天。由於環境不適宜及寄主缺乏，寄生蜂有夏眠及冬眠現象，主要決定於幼蟲期受溫度及光照關係最大，以 *A. gifuensis* 爲例：於5～10°C及少於12小時日照下，將導致其休眠。氣溫除影響發育及壽命外，也影響成蟲活動，在氣溫 10°C 下，刮風或下雨，寄生蜂成蟲一般在避風雨的葉下，靜止不動。

蚜蟲寄生蜂的室內繁殖

蚜蟲寄生蜂室內繁殖工作複雜，事先須了解寄生蜂生態，如寄生率、寄主選擇、寄主尋找、環境適應等外，還須有基本植物栽培技術及蚜蟲生態知識，始能談寄生蜂繁殖，否則將事倍功半，或寄生蜂到田間因不適生存而有失踪。有關寄生蜂的生態於上節已詳細討論過，室內繁殖事項，如寄主植物栽培，其目的以大量繁殖蚜蟲爲主，何種環境下可減少有翅型遷移損失，及蚜蟲寄生蜂飼育操作及貯存、運送及釋放等事項在本節分別敍述之。

(A) 寄主植物栽培

（1）寄主植物選擇　蚜蟲寄主往往有許多，如桃蚜寄主有百種，而適宜室內飼育蚜蟲的寄主以何種爲佳？依數年工作經驗，須考慮下列幾點：①適宜全年生長，②價格低廉，③大小適宜操作，④植物營養適宜蚜蟲及寄生蜂發育繁殖。

（2）光照　光照因子包括光質、强度及光照時間長短等，因爲因子差異將影響蚜蟲生長 (Van Emden at 1969.)。一般蚜蟲生長，其寄主植物所需要光線不强，40W 植物燈三支即可，往往弱光下生長的植物含有高濃度活性氮 (Mobile nitrogen) 對蚜蟲繁殖有益，如桃蚜 (*Myzus persicae*) 是。

（3）土壤　栽培用的土壤爲避免根腐爛須排水良好，排水過良的土壤又不易保留養分，因此，以矽砂土加營養液栽培爲佳。供植物發芽生長的營養劑依加州大學 Baker 1957年的配方，推薦如下：

	原液 gm/L Stock Solution	增添液	原液ml/L Final Solution
$NaHP_4.\ 2H_2O$	208.0		12.50
$MgSO_4.\ 7H_2O$	184.0		22.50
$CaCl_2.\ 6H_2O$	182.0		44.00
$(NH_4)\ SO_4$	264.0		1.88
		或高氮	15.00
KCl	149.0		10.00
Fe (EDTA)	36.4		2.22
微量元素			2.22
$MnSO_4.\ 4H_2O$	11.2		
$CuSO_4.\ 5H_2O$	1.2		
$ZnSO_4.\ 7H_2O$	1.5		
H_2BO_3	0.18		

栽培時首先以原液加入土壤，而後每星期加一次增添液，以不間斷維持植物生長所需的養分爲原則。

（4）水分　植物若沒有水分將引起凋萎，水分過多又會導致根部腐爛，最簡便以噴霧法將土表噴濕爲止。其實亦難定一標準，最好利用玻璃纖維，藉毛細管作用讓土壤自動吸水（如圖25），詳細設計請參照國際農業工程研究所 Anon 1962 的報告。

（5）病蟲害管理　室內栽培寄主植物時，罹病及蟲害發生的情形很多，尤其寄主植物用於蚜蟲飼育前須着重此項管理。病害發生時，應選擇對蚜蟲無影響殺菌劑處理。防治害蟲發生較困難，一般殺蟲劑對蚜蟲繁殖多少存有影響，最好選用對蚜蟲無損的藥劑，或短效性者爲佳，如 DDVP，馬拉松等，但後者須待藥性消失後方可供作蚜蟲飼育材料。

（B）蚜蟲飼育

（1）蚜蟲取食及其營養　蚜蟲取食用小顎針（Maxillary stylets）形成唾液管及食物管刺吸植物汁液，取食時將唾液注入植物並將植物汁液吸回至蟲體，其機能由感覺系統控制。汁液流至蚜蟲體的原動力是依靠植物汁液壓力，亦即植物組織內細胞壓，由下咽喉瓣（Esophageal valve）控制汁液不倒流。生理上蚜蟲本身只吸取部分營養，大部分糖分及蛋白質類被排出體外。營養製造全靠體內像酵母類似的共生細菌，將植物體內吸來含氮物合成維他命及其他生理所需要的營養物質，方能被蚜蟲吸收。又部分營養由蜜管排出體外。

（2）翅型控制　蚜蟲分有翅型及無翅型，爲大量繁殖蚜蟲供寄生蜂繁殖，須減少有翅型產生，有翅型發生主要由環境因子導致，如低溫及短日照，光照是主要問題（Wlrite 1946, Bonnemaison 1951, Bodenheimer and Swirski 1957, Mac Gillivary and Anderson 1964.）。生理上基因關係亦很重要，有些蚜蟲種類型的決定與遺傳基因關係較大，若是如此，人工飼育較困難。桃蚜室內飼育以溫度 22～25°C 及光照每天12～18小時環境下較佳，生長旺盛，並且有翅型發生較少。

（3）蚜蟲繁殖　蚜蟲發育期短，生殖期長，因此繁殖快，一雌蟲產稚蟲一般在 60～100之間，理論上經過一年、可繁殖後代數上億。生殖期間的生殖數略呈常態分佈（Normal distribution），以桃蚜爲例，發育期爲9天左右，一代壽命長達41～44天，生殖數最高的期間在10～11天間，一天中最高產量可達10個。（Mac Gillivary and Anderson 1958）

（C）蚜蟲寄生蜂繁殖綜合管理

蚜蟲寄生蜂種類很多，雖繁殖對象不同，原則上大體類似，本節以繁殖桃蚜寄生蜂方法及步驟詳細介紹如下：

（1）設備　有輪的三層鐵架約2公尺高，用以安置白鐵皮製盤，大小 100×60×5公分，盤底角邊有洞可排水（如圖24）。直徑15公分的小花盆或開口汽水鐵罐用以栽培寄主植物，選擇易搬動且檢查方便爲原則。架上附有 40W 植物燈，一層三支。環境控制以桃蚜及油菜爲例，光照18小時，溫度 22°C，濕度60～70%爲佳。爲控制植物、蚜蟲及寄生蜂平均發展，最好分別利用三間隔離的房室，植物栽培須有適當管理，如播種、移植、洒水、加營養，或施肥及病蟲防治等，爲工作方便最好在溫室內進行。蚜蟲飼育須設有適宜溫濕及光控制的小房間，且罩有紗網，嚴密避免天敵侵入。寄生蜂繁殖室除溫濕控制外，並須設有寄生蜂繁殖箱，內外有燈光控制（如圖25）、寄生蜂收集器（如圖27）、寄生蜂保存設備；深底的培養皿內置泡沫棉沾蜜水用於保存寄生蜂，氷箱二台各控制5°C及 10°C，爲保存蚜蟲乾屍內的寄生蜂不羽化。小型保溫氷塊（如圖28）用於寄生蜂運送，兩端開口玻璃瓶，大小約1.5×3.5公分，以尼龍紗布及橡皮圈封口（如圖28）用於裝盛寄生蜂至田間釋放。

（2）飼育方法　將油菜種子播於室內或室外砂土摻有堆肥的土壤上，行適當管理，如洒水及病蟲害防治等，洒水用噴霧，適量爲止。菜苗一星期後移植盆栽，栽培期間往往有鱗翅目害蟲如白粉蝶

、小菜蛾及擬尺蠖較困擾，因取食嫩葉，使植物生長不良，發生時可用蘇力菌一星期噴撒一次，其他的害蟲可使用DDVP 或馬拉松殺之，但需5天後方可飼育蚜蟲。大約12～26天間，植物生長至6～7吋高，檢查植株確實沒有害蟲及其卵存在，始將植物飼育蚜蟲。蚜蟲移植須用細軟毛筆，輕輕將蚜蟲三十隻左右移至新寄主植物上，遷移蚜蟲的方法亦可輕敲植物葉片或剪下密集的蚜蟲置於新株上，讓其自行遷移，避免蚜蟲口器折斷。飼育時蚜蟲密度須控制適當，往往過於密集將引起蚜蟲遷移。蚜蟲飼育經20～30天，油菜上蚜蟲可達4,000～6,000個，此時將蚜蟲及植物移至寄生蜂飼育室的飼育箱內，箱內蚜蟲與雌蜂以80：1之比，將寄生蜂由箱的袖口放入。寄生蜂飼育期間的植物管理如前，只是多了飼育箱避免寄生蜂逃走，箱內仍維持一天18小時光照。於釋放蜂後第五天開始檢查蚜蟲乾屍，當蚜蟲剛死，體呈透明時將蚜蟲及周圍的葉片剪下，置於培養皿內，保存於 5°C 定溫箱。

（3）寄生蜂保存　蚜蟲被寄生後形成乾屍的時間不整齊，如何將每天收集的零星寄生蜂累積保存至適當時期，一併取出至田間釋放，經多次試驗，發現寄生蜂在蚜蟲體第三齡後期，即蚜蟲剛死呈透明時，收集置於 5°C 環境下保存，寄生蜂可暫時休眠，長達2個月不羽化。此方法可累積足够數量寄生蜂釋放，釋放前放於 10°C 環境一天再置常溫下，轉置於玻璃瓶內餵以蜜水，然後準備運往田間。若欲使寄生蜂較長休眠，可將寄生過的蚜蟲連寄主植物置於低溫及短光照的飼育箱內飼育，其前蛹期的休眠可達數月。

（4）蚜蟲寄生蜂運送及田間釋放　運送寄生蜂及釋放須選擇在蚜蟲發生初期，爲害作物之蚜蟲剛發生時。若是防治春天馬鈴薯的桃蚜，在下種後2～3星期，調查蚜蟲在田間蟲口，先了解寄生蜂及寄主田間存在情形。釋放時選擇晴朗天氣爲佳。寄生蜂羽化及成蟲壽命與溫度有關，運送途中寄生蜂宜保存在低溫箱內，最方便可利用釣魚用冰箱（如圖28 ），內裝盛寄生蜂的玻璃瓶，上下層用冰塊保持低溫，以泡沫棉隔離及吸水，又可避免路途中震動時玻璃破損，若旅途過遠，有小部份的成蟲將在途中羽化，須加蜜水於瓶內準備飼餵。達目的地後，釋放時間選在午前爲佳，使寄生蜂有足够時間尋找寄主與認識環境。

早春釋放寄生蜂，往往蚜蟲蟲口極少，可在田間以點狀設置飼育網罩，先將蚜蟲養育其中，再將寄生蜂以適當比率釋放網內，見寄生過的蚜蟲乾屍密佈於葉片上時，將網罩拿開，使寄生蜂羽化後自動尋找寄主。

謝　誌

本文承中正科學技術講座基金會補助，方得順利進行，又蒙嚴教授奉琰指導與支持，邱主任瑞珍多方鼓勵及陶技正家駒鑑定蚜蟲，部份形態圖係由吳技佐幹成精心繪製，特致謝忱。

Summary

Aphidiids (Aphid parasites) are a group of important parasitoids for controlling aphids. Through several years of investigation in this island, about forty species of aphidiids were recorded and with ecological notes for the further study.

The intent of this review is to present a aphid parasite knowledge to the applied entomologist in this island working on aphid biological control. This paper included a general discussion about the aphids in Taiwan, which consisted of the introduction to the usually occurring parasites on the economic crops, a list of parasites and aphids relationship, ecological bases (distribution, evolution, parasitism and behavior), regulating factors (hyperparasites, ants, competitors, host migration and climatic factors) and practical method for mass rearing.

參 考 文 獻

Anon, 1962, Automatic watering of pot plants with the N. I. A. E. capillary bench. Minist. Agric. Fish Fd, London, leaflet STL/6.

Auclair, J. L., 1958. Honeydew excretion in the pea aphid. *Acyrthosiphon pisum* (Harr.) (Hom. ; Aphididae). F. Insect Physiol., 2:330-337.

1959. Feeding and excretion by the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harr.) (Hom. ; Aphididae), reared on different varieties of peas. Ent. exp. appl. 2:279-286.

1963. Aphid feeding and nutrition. Ann. Rev. Ent. 8:439-490.

Auclair, J. L. and Maltais, J. B., 1961. The nitrogen economy of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harr.), on susceptible and resistant varieties of peas, *Pisum sativum* L. Proc. 11th Int. Congr. Ent. Vienna, 1960, 1:740-743.

Baker, K. F. (ed.), 1957. The U. C. system of producing healthy container-grown plants. University of California, California.

Banks, C. J., 1958. Effects of the ant *Lasius niger* (L.), on the behavior and reproduction of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Bull. ent. Res., 49:701-714.

1962. Effects of ant *Lasius niger* (L.), on insect preying on small populatibns of *Aphis fabae* Scop., on bean plants. Ann. Appl. Biol.

1965. Aphid nutrition and reproduction. Rep. Rothomsted exp. stn. 1964, 299-309.

Banks, C. J. and Macaulay, E. D. M., 1964. The feeding, growth and reproduction of *Aphis fabae* Scop. on *Vicia faba* under experimental conditions. Ann. appl. Biol. 53:229-242.

1965. The ingestion of nitrogen and solid matter from *Vicia faba* by *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. 55:207-218.

Bodenheimer, F. S. & Swirski, E., 1957, "The Aphidioidea of the Middle East" Weizmann Scientific Press of Israel, Jerusalem.

Bonemaison, M. L., 1951, "Contribution a létude des facteurs provoquant lápparition des formes ailees at sexuées chez les Aphidinae". Ph. D. thesis, University of Paris.

Canham, A. E., 1966. Artificial light in horticulture. Centrex Eindhoven, Holland.

Carter, C., 1962. Insects in relation to plant disease. Interscience. N. Y. & London 705pp.

Chiu, S. C. & Liu, C. S., 1969. Hymenopterous parasites of citrus, tobacco and vegetable aphids in Taiwan. Taiwan Agri. Res. Ins. Spec. (9) 14 pp.

Clausen, C. P., 1940. Entomophagous insect . McGraw-Hill Co., Inc., New York. 688pp.

De Bach, P. & Schlinger, E. I., 1964. Biological control of insect pests and weeds. Chapman and Hall. London.

Eastop. V. F., 1973. Deductions from the present day host plants of aphids and related insects in "Insect/plant relation (van Emden ed.). Symp. Royal ent. Soc. 6:157-178

El-Ziady, S. & Kennedy, J. S., 1956. Beneficial effects of the common garden ant, *Lasius niger* L., on the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. R. ent. Soc. Lond. (A). 31:61-65.

Flanders, S. E., 1951. The role of the ant in the biological control of hymenopterous insects. Canad. Ent. 83:93-98.

Forbes, S. A., 1900. The corn root aphid and attendant ant, *Aphis maidi-radicis* Forbes and *Lasius niger* L. Bul. Bur. ent. U. S. Dep. Agri. 60:29.

Gahan, A. B., 1926. Some braconid and chalicid flies from Formosa parasitic on aphids. Proc. U. S. Nat. Mus., 70 (8):1-7.

Hagen, K. S. & van den Bosch, R., 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. Ann. Rev. Ent. 13:325-384.

Hamilton, M. A., 1930. Notes on the culturing of insects for virus work. Ann. appl. Biol. 17:487-492.

Harries, F. H., 1966. Aphids in "Insect colonization and mass production" (C. N. Smith ed.) Acad. Press. New York and London.

Haviland M. D., 1920. Preliminary note on a cynipid hyperparasite of aphides. Proc. Camb. Phil. Soc., Cambridge 20:235-238.

1921a. On the bionomics and development of *Lygocerus testaceimanus* Kieffer and *Lygocerus cameroni* Kieffer (Proctotrypoidea, Ceraphronidae), parasites of *Aphidius*. Quart. Jl. Microsc. Sci. 65:101-127.

1921b. On the bionomics and post embryonic development of certain cynipid hyperparasites of aphides. Quart. Jl. Microsc. Sci. 65:451-478.

1922. On the post-embryonic development of certain chalcids, hyperparasites of aphides with remarks on the bionomics of hymenopterous parasites in general. Quart. Jl. Microsc. Sci. 66:321-338.

Heie, O. E., 1967. Studies on fossil aphids (Hom., Aphididae) especially in Copenhagen collection of fossils in Baltic amber. Spolia Zool. Mus. Haun. No. 5, 274pp.

Hewitt, E. J., 1952. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Comon W. Agr. Bur., Farnham Royal, England. .

Hughes, R. D. and Woolcock, L. T., 1965. A modification of Johnson's method of rearing aphids, for ecological studies. M. Z. Flagric. Res. 8:728-736.

Johnson, B., 1965, Wing polymorphophism in aphids. II. Interaction between aphids. Entomo. exp. appl. 8:49-64.

Kamiho, K. S Takada, H., 1973. Studies of aphid hyperparasites of Japan, II Aphid hyperparasites of the Pteromalidae occuring in Japan (Hym.). Inst. Mats. 2:39-76.

Kawada, K., 1964. The development of winged forms in the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* Linn. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. 12:189-195.

Kennedy, J. S. & Booth, C. O., 1950. Method for mass rearing and investigation the host relations of *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. 37:451-470.

1951. Host alternation in *Aphis fabae* Scop. I Feeding preferences and fecundity in relation to the age and kind of leaves. Ann. appl. Biol. 40:67-85.

1963. Free flight of aphids in the laboratory. F. exp. Biol. 40:67-85.

Kennedy, J. S. & Stroyan, H. L. G., 1959. Biology of Aphids. Ann. Rev. Ent., 4:139-140.

Lawrence, W. J. C., 1963. Science and glasshouse (3rd edition). Oliver and Boyd, Edinburgh.

Less, A. D., 1959. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton I. The influence of these factors on apterous virginoparae and their progeny. F. Insect physiol. 3:92-117.

Lees, A. D., 1960. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. II. The operation of the "interval timer" in young clones. F. Insect physiol. 4:15-175.

1963a. Aphid clocks. New scient. 244:148-150.

1963b. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. III, Further properties of the material switching mechanism in apterous aphids. F. Insect physiol. 9:151-164.

1967. Direct and indirect effects of day length on aphid *Megoura viciae* Buckton. F. Insect physiol. 13:1781-1789.

Liu, C. S., 1968. The genus *Ephedrus* Haliday of Taiwan. Agri. Res., J. of Taiwan, 17 (1) :35-48.
1973. The genus *Aphidius* (Aphidiidae, Hym.) of California. U. C. Berkeley M. S. thesis. 128pp, 115 figs.

Lowe, H. J. B., 1967a. Interspecific difference in the biology of aphids (Homoptera ; Aphididae) on leaves of *Vicia faba*. I. Feeding behavouring. Ento. exp. appl. 10:347-357.
1967b. Interspecific differences in the biology of aphid (Homptera: Aphididae) on leaves of *Vicia faba*. II. Growth and excretion. Ento. exp. appl. 10:413-420.

MacGillivray, M. E. and Anderson, G.B. 1958. Development of four species of aphids (Homoptera) on potato. Can. Ent. 90, 148-155.

MacGillivary, M. E. & Anderson, G. B., 1964. The effect of photoperiod and temperature on the proouction of gamic and agamic forms of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) Can. F. Zool. 42:492-510.

Mackauer, M., 1962. Dreinneus Blattaus-Parasiten aus-Hong-Kong. Entomophaga. 7 (1): 43-44.

Mackauer, M. & Stary, P., 1967. Index of world Aphidiidae. Index of Ent. Inst., Le Francois Paris., 195pp.

Maekkula, M. & Laurema, S., 1967. The effect of amino acids, Vitamins, and trace elements on development of *Acyrthosiphon pisum* Harris (Hom. ; Aphididae). Annls. agric. fenn. 6:77-83.

Maramorosch, K., 1969. Viruses, vectors and vegetation. Interscience, N. Y. & London. 666pp.

Mason, A. C., 1922. Life history studies of some Florida aphids, Florida Ent., 4, P. 139-140.

Mittler, T. E., 1967. Effect of amino acid and sugar concentrations on the food uptake of the aphid *Myzus persicae*. Ent. exp. appl. 10:39-51.

Mittler, T. E. & Dadd, R. H., 1966. Food and wing determination in *Myzus persicae* (Hom. ; Aphididae). Ann. ent. Soc. Am. 59:1166.

Nixon, G. E. J., 1951. The association of ants with aphids and coccids. Comm. Inst. Ent., London, 36pp.

Pontin, A. J., 1958. A preliminary note on the eating of aphids by ants of the genus *Lasius* (Hym. ; Formicidae). Ent. mon. Mag., London, 94:9-11.
1960. Some records of predators and parasites adapted to attack aphids attended by ants. Ent. mon. Mag., London, 95:154-155.

Schlinges, E. I., 1960a. Biological notes on pacific coast aphid parasites and list of California parasites (Aphidiidae) and their aphid hosts. Ann. Ent. Soc. Am., 53:404-415.
1960b. The biology, behavior and morphology of *Praon palitans* Muesebeck, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton). Ann. Ent. Soc. Am. 53:144-160, figs.
1961. The biology, behavior and morphology of *Trioxys* (*T.*) *utilis*, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata*. Ann. Ent. Soc. Amer. 54:34-45, figs.

Schlinger, E. I. & Mackauer, M., 1963. Identity, distribution, and hosts of *Aphidius matricariae* Haliday, an important parasite of the green peach aphid, *Myzus persicae*. Ann. Ent. Soc. Am. 56:648-53.

Shiga, M., 1967. Ecological studies on the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) and the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn.) in Japan, with special reference to their biological control. Mushi, 41 (6):75-89.

Smith, L. M., 1937. Growth, reproduction, feeding and wing development of the mealy plam aphid,

in relation to climatic factors. F. agri. Res. 54:345-364.

Smith, C. F., 1944. The Aphidiinae of North America. Ohio State Univ. Contr., Zool. Ent., 6:154pp.

1972. Bibliography of the Aphididae of the world. N. Carolina Agri. Exp. St. Tech. Bul. 216:717pp.

Srivastava, P. N. & Rouatt, J. W., 1963. Bacterial from the alimentary canal of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Hom. ; Aphidae) F. Insect physiol. 9:435-438.

Starý, P., 1959. Redescription of Aphidiine genus *Lipolexis* Förster 1862. Acta Soc. Ent. Cecho., 56:93-97.

1961. Notes on the parasites of the root aphids. Acta Soc. ent. Cechols., 58:228-238.

1964. Food specificity in Aphidiidae (Hym.). Entomophaga, 9 (1):91-99.

1966a Aphid parasites (Hym. ; Aphidiidae) and their relation-ship to aphid attending ants, with respect to biological control. Insect Soc., Paris, 13:185-202.

Starý, P., 1966b. Aphid parasite of Czechoslovakia. Czecho. Sci., 242pp. figs.

1967. A review of hymenopterous parasite of citrus pest aphids of the world and biological control project (Hym. ; Aphidiidae ; Hom. ; Aphidoidea). Acta ent. Bohmoslovaca Tom 64 (1):37-61.

1968. Impact of an indigenous parasite, *Aphidius ervi* Hal. on pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) populations on Alfalfa in Czechoslovakia. Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, 26:294-313.

1969a. Density-dependence in field populations of *Aphidius ervi* Hal., a parasite of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) in Czechoslovakia. Boll. Lab. Ent. Agri. Portici, 27:219-252.

1969b. Aphid migration and impact of an indigenous parasite. *Aphidius transcaspicus* Telenga, on populations of *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) in Iraq. Bull. Soc. ent. Egypte. 53:185-198.

1969c. Role of superparasitism in field populations of a pea aphid parasite, *Aphidius ervi* Haliday in Central Europe (Hym. : Aphidiidae ; Hom. : Aphididae). Czech. Acad. Sci. Ent. 26:177-186.

1970a. Storage of *Aphidius smith* (Hy., Aphidiidae) for mass release. Czech. Acad. Sci. Ent. Inst. 224-228.

1970b. Methods of mass rearing, collection and release of *Aphidius smithi* (Hym., Aphidiidae) in Czechoslovakia. Acta ent. boh. 67 (5): 339-346.

1970c. Biology of aphid parasites with respect to integrated control. Series Ent., W. Junk, The Hague 6:643pp, 326 figs.

1971a. A genus and species Aphidiidae (Hym.) parasitizing *Sensoriaphis* (Hem.) on *Nothofagus* in New South Wales. J. Aust. ent. Soc. 10:175-178.

1971b. Migration and parasitization as factors of population regulation of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) in alfalfa fields in central Europe. Acta ent. boh. 68 (6) :353-365.

1972. Host life-cycle and adaptation of parasites of *Periphyllus*-aphids (Hom., Chaitophoridae ; Hym., Aphidiidae). Acta ent. boh. 69 (2): 89-96.

Starý, P. & Schlinger, E. I., 1967. A revision of the Far East Asian Aphidiidae (Hym.). W. Junk, Hague (Ser. Ent. vol 3), 204pp, figs.

Storms, J. J. H., Harrewijin, P. and Noordink, J. P. W., 1967. A new approach to the physiological

host plant-parasite relationship a technique in the field of applied entomology. Neth F. pl. Path. 76:165-169.

Subba Rao, B. R. & Sharma, A. K., 1958. *Trioxys indicus*, New species ; a parasite of *Aphis gossypii* Glover. Indian J. Ent., 20:199-202.

Takada, H., 1968. Aphidiidae of Japan. Ins. Mats., 30 (2):67-124.

1973. Studies of aphid hyperparasites of Japan, I. Aphid hyperparasites of the genus *Dendrocerus* Ratzeburg occurring in Japan (Hym., Ceraphronidae). Ins. Mats. 2:1-37.

1974. Notes on *Neolygocerus koyamae* and descriptipn of *Dendrocerus amamensis* sp. nov. (Hym., Ceraphronidae). Kontyu, Tokyo, 42 (2):151-156.

Tao, C. C, 1961—1970. Aphid fauna of China, Science year book of Taiwan Museum, 4 : 35—44, 5 : 33—82 ; 6 : 107—147, 7 : 36—74, 8 : 1—28, 9 : 1—28, 10 : 1—28, 11 : 1—56, 12 : 40—99, 13 : 1—44.

Tao, C. C, & Chiu, S. C, 1971. Biological Control of citrus, vegetables and tobacco aphids. Taiwan Agri. Res. Ins. Spec (10) , 110pp, figs.

Van den Bosch, R, Schlinger, E. I., Lagace, C. F. and Hall, J, 1966. Parasitization of *Acyrthosiphon pisum* by *Aphidius smihi* : A density dependent process in nature (Hom., Aphididae ; Hym., Aphididae) . Ecol. 47 (6) : 6pp.

Van Emden, H. F., 1966. Studies on the relations of insect and host plant III. A comparison of the reproduction of *Brevicoyne brassicae* and *Myzus persicae* on Brussels sprout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium. Entomolgic exp. appl. 9 : 444—460.

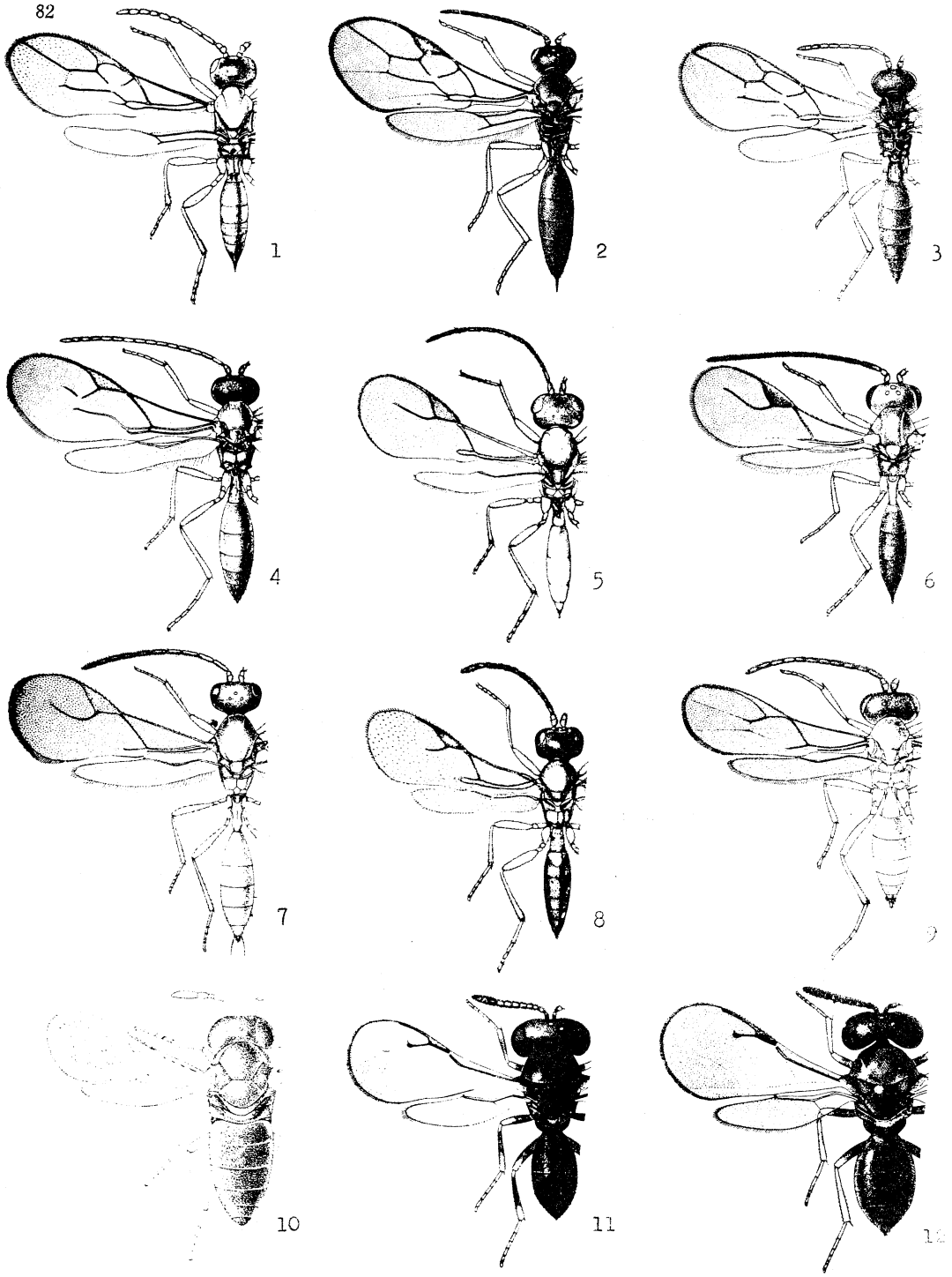
Van Emden, H. F., Eastop, V. F, Hughes, R. D. and Way, W. J., 1969. The ecology of *Myzus persicae*. Ann. Rew. Ent. 14 : 197—270.

Van Emden, H. F, (ed.) , 1972. Aphid technology. Acad. Press. N. Y. & London. 344pp.

Way, M. J., 1963. Mutuaeism between ants and honeydew producing homptera. Ann. Rev. Ent., 8 : 307—344.

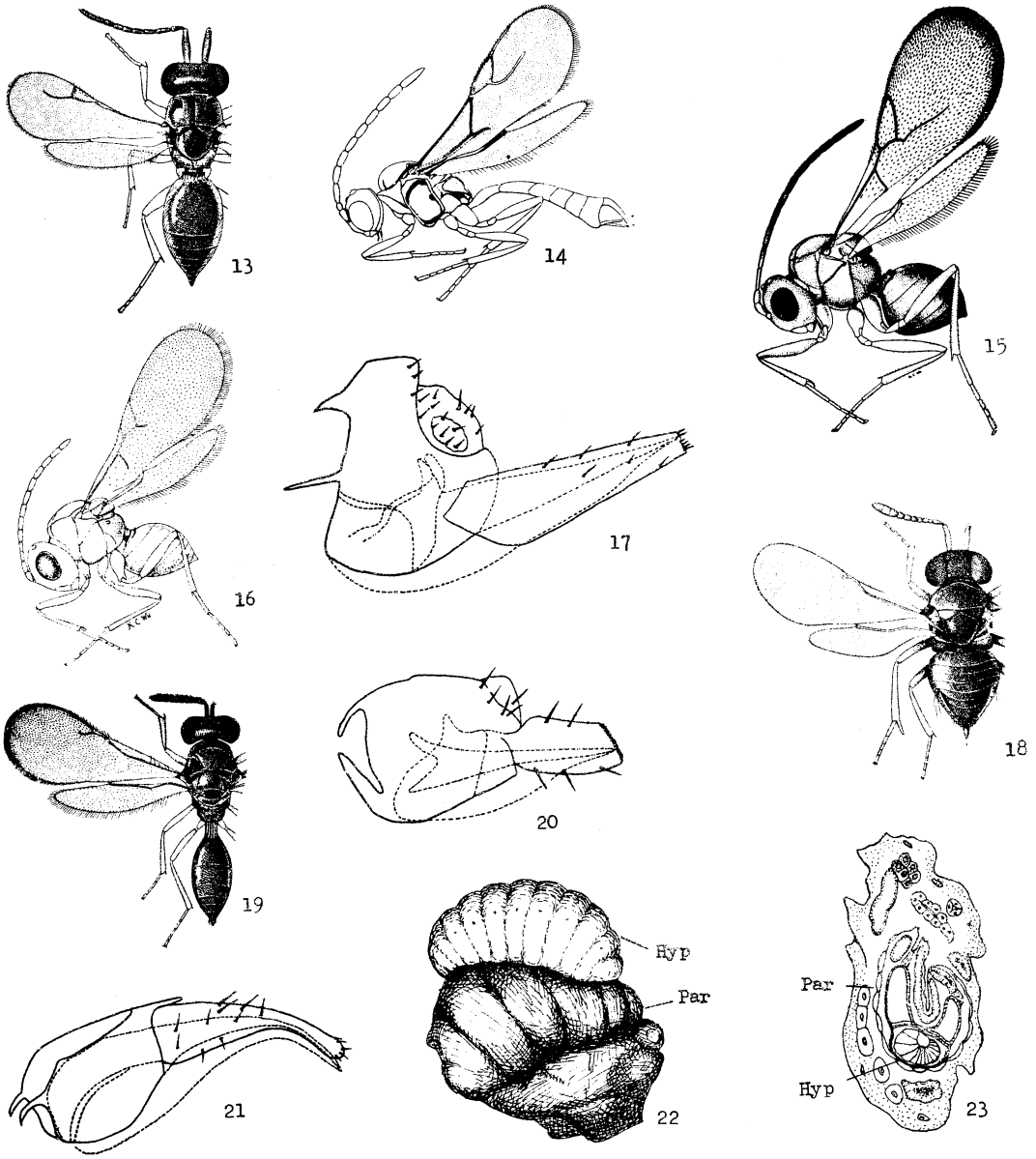
Wearing, C. H. & van Emden, H. F., 1967. Studies on the relations of insect and host plant. I. Effects of water press in host plants on infestation by *Aphis fabae* Scop, *Myzus persicae*(Sulz.) and *Brevicoyne brassicae* (L.) . Naturae, Lond. 213 : 1051—1052.

Wellenstein, G., 1957—Die Beeinflussung der forstlichen Arthropodenfauna durch Waldmeisen(Formica rufa Gruppe) . Teil I. Z. ang. Ent., 41, P. 368—384.

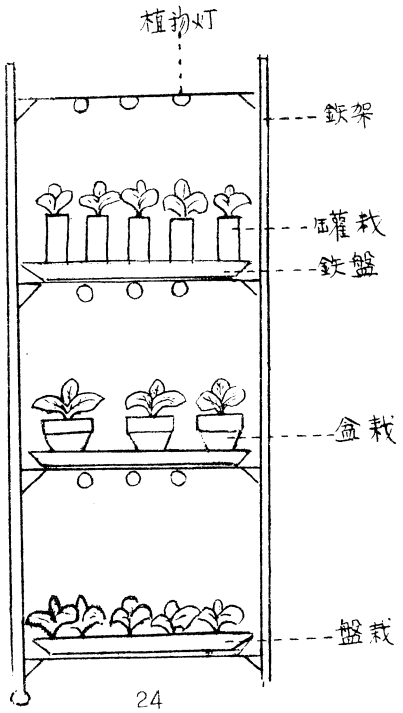


1. *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu
2. *Ephedrus* (*E.*) *plagtor* (Nees)
3. *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt
4. *Aphidius gifuensis* Ashmead
5. *Lipolexis gracilis* Forster
6. *Lipolexis scutellaris* Mackauer
7. *Trioxys* (B.) *struma* Gahan
8. *Diaertiella rapae* MIntosh
9. *Dysiphleus japonica* (Ashmead)
10. *Aphidius mali*
11. *Pachyneuron mitsukurii* Ashmead
12. *Pachyneuron aphidis* (Bouche)

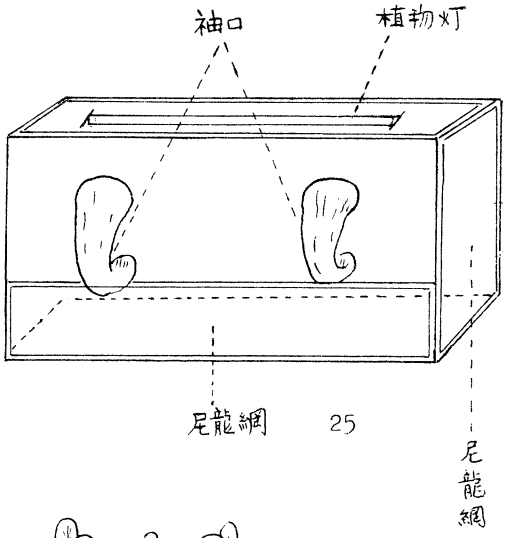
II



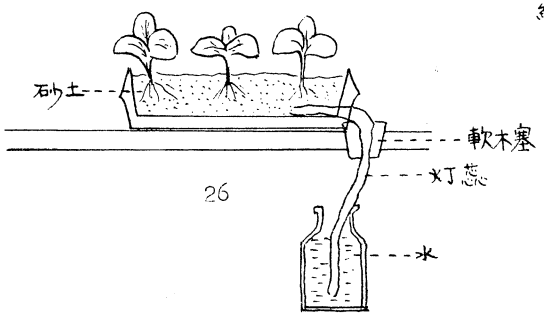
13. *Dendrocerus laticeps* (Hedicke)　14. *Trioxys communis* Gahan
15. *Charips* sp.　16. *Alloxys* sp.
17. *Ephedrus*(*E.*) *persicae* Froggatt之產卵管鞘　18. *Aphidencyrtus aphidivorus* (Mayr)
19. *Asaphes suspensus* (Nees)　20. *Aphidius gifuensis* (Ashmead) 之產卵管鞘
21. *Lipolexis gracilis* Förster之產卵管鞘　22. *Dendrocerus*外寄生於*Diaeretiella rapae*蚜蟲寄生蜂幼虫上
23. *Charips*內寄生於*Aphidius*蚜蟲寄生蜂幼虫體內　註：Par：蚜蟲寄生蜂，Hyp：蚜蟲重複寄生蜂



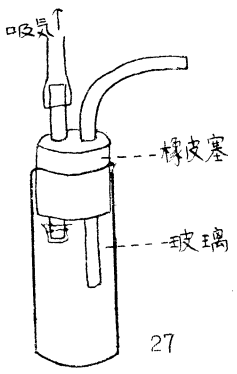
24



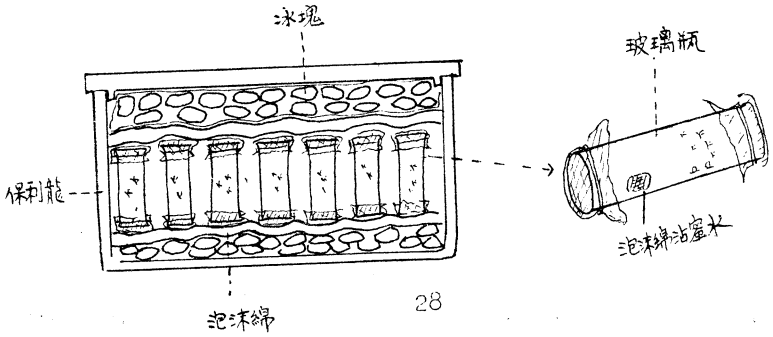
25



26



27



28

24.蚜蟲飼育架　25.寄生蜂飼育箱　26.自動灌水設置
27.寄生蜂收集器　28.寄生蜂運送保温箱

Vol. 24, No. 3 • 4 December, 1975

本刊已辦理申請變更登記中
中華郵政臺字第二〇七六號登記第一類新聞紙

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Inheritance of Resistance to Yellow Dwarf Disease in Rice……M. H. Lin, C. L. Chu, C. C. Chien…… 1

A Study on the Tolerance of Rice Seedlings to the Chilling Temperature by Means of Incubator

1. Temperature Response at Different Seedling Stages……T. H. Hsu, S. M. Chiu, Y. C. Teng…… 8

Testing Rice Varieties for Salinity Tolerance……S. C. Yang……13

A Survey on the Prevalence of Panicle Blast of the Long Grain *indica* Type Rice, with Special Emphasis on the Physiological Races of Blast Fungus……C. C. Chien……23

Studies on the Inheritance of Quantitative Characters in a Randomly Intermating Population of Sweet Potatoes (Ipomoea batatas (L.) lam.) ……Liang Li……32

Discovery and Study on the Boron Deficiency of Papaya……D. N. Wang, K. L. Chang, M. Chow……43

Intergrated Control of Citrus Spiny White Fly *Aleurocanthus Spiniferus* Quaintance & Baker (Homoptera: Aleyrodidae) ……H. C. Lin, H. L. Wei, C. C. Tao……55

Aphid Parasites and Their Propagation in Taiwan……Ching-shen Liu……62

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA