農業研究

第二十三卷　第四期

目　次

本省中部水稻田土壤之特質及其生成……梁鉅榮、黎靜韻……219
中部粘板岩冲積土性質與水稻生長及產量之關係研究
……李子純、李顯琨、林家棻……242
甘藷逢機交配集團各連續世代之變異及平均表現之研究
……李　良……255
蔬菜作物之養分吸收及施肥效應
1. 芹菜、甘藍、大蒜、生薑……連　深……263
夏威夷品種木瓜在臺灣試種與雜交一代之表現
……張振宙、吳嘉成……273
氮磷鉀三要素對印度鬱金產量及薑黃素含量之影響
……劉連勝、楊永裕、徐原田……284
坡地果園覆蓋種類對土壤水分肥力果實產量影響之研究
……張國勤、梁燦生……292
Mirex 誘餌防治鳳梨園螞蟻試驗……李錫山……307

臺北市羅斯福路四段
臺灣省農業試驗所出版
中華民國六十三年十二月

本省中部水稻田土壤之特質及其生成[1]

梁鉅榮[2]　黎靜韻[3]

一、導　言

本省水稻田土壤特質及其生成之研究，目的在於加深對本省水稻田土壤本身特徵之瞭解，以爲土壤管理、土壤培肥以至土壤分類之改進作基本參考，進而提供合理利用之建議，以爲水稻田土壤改良之基本。去年完成北部五縣之概略研究(15)，發見在分類上有水稻土可單獨成立一土類，且依其表土顏色可分爲二亞類，其餘水稻田未有成土作用發見者仍歸入原土類，而以水稻田高低地分別爲其亞類區別之；如此依土壤本身性質類別，對土壤利用及管理每較易於入手，經提出報告刊印於本所農業研究22卷2期。本研究爲繼北部五縣之後，續進行中部四縣之研究，其內容及方法均同前期，僅地區有別，亦即樣本選自中部四縣各地而已。

二、中部水稻田之一般環境

中部彰化、臺中二縣爲本省農業發展最集約之地區，其水田所處環境，彰化縣就地形言，爲廣濶之平原，間以地位有高低，地下水亦有高低與排水有優劣之分；就母質言，濁水溪冲積物沉積而成者大率多係粘板岩質冲積，大肚溪所帶來者則以砂岩頁岩風化物成分居多，再次爲八卦山洪積層之老冲積物並混雜前述二種冲積物(11)。水田之利用亦較複雜，除水稻外，每有改作園藝作物與牧草栽培均有，視市場需要而變。臺中縣則溪流冲積較多，如大安溪、大甲溪、大肚溪、頭汴坑溪等，均其著者，多屬砂岩頁岩質之冲積(1)，水田利用，複作指數最高，除兩期水稻外，更多糊植菸草、亞麻、雜作、蔬菜等，甚少有純栽水稻者，是爲本縣土地利用之特色。南投縣則山坡地較普遍，溪流較大者有濁水溪、烏溪……等，前者屬粘板岩質之冲積，後者則以砂岩頁岩質之冲積爲著，山谷溪河之兩旁，仍多開成水稻田，單作或兩期作均有，利用較彰化、臺中爲遜(2)。雲林縣之水田亦以冲積平原爲多，部分屬擬磐層土，係嘉南平原三年輪作之水旱田，利用較有規律。

三、研究方法

(一) 代表樣本之採集

選擇代表樣本之原則與去年選擇北部者相同，即土類爲第一，地形第二，母質第三，稻作後之利用爲第四。前述四縣之水稻田土壤以冲積土占積最廣，灰粘土視地位而定，地位低窪之處每亦有之；紅棕壤用爲水稻田者占積較少，因而未採樣。就地形言，本區邱陵山坡地開成水田者較少，臺地如八卦山、大肚山均多旱地，水田較少，僅后里台地與南投附近八卦山之東側有部分引濁水灌溉與大肚山側之大雅一帶有所謂大雅系者(1)屬之。就母質言，則本區之冲積平原砂岩頁岩占大多數，粘板岩母質次之，後者部分屬石灰性，部分非石灰性，因而選樣砂岩頁岩質者占6剖面，粘板岩質者占3剖面，其中2剖面屬石灰性，1剖面屬非石灰性。以地區言，則臺中縣占3剖面，彰化、南投與雲林縣各選2剖面。茲列舉各代表土壤剖面土型及其母質與當地環境及採集地如表一：

本研究之完成，得國家科學委員會之研究補助，謹此致謝。

1. 試驗報告農試字第677號。

2.3. 臺灣省農業試驗所技正及技士。

表一、代表土壤剖面一般概況

Table 1. General view of the representative soil profiles

剖面號 Profile No.	原採集號 Original sampling No.	代表土型 Soil types	母質來源 Parent material	當地環境 Local environment	採集地點 Sampling site
C— 1	10 — A	霧峯粘壤土	砂岩頁岩質冲積	溪流冲積地位略高排水不完全	臺中霧峯磚泥採集場附近
2	10 — B	草湖粘壤土	砂岩頁岩質冲積	溪流冲積地位偏低排水不良	臺中霧峯甲寅村
3	12 — A	頂勝坋壤土	砂岩頁岩質冲積	溪流冲積排水不良	臺中縣成功嶺大門對面
4	11 — A	南平粘壤土	石灰性粘板岩質冲積	冲積平原排水不良	彰化縣員林南平里
5	19	南港舊坋壤土	石灰性粘板岩質冲積	冲積平原排水不良	彰化北斗
6	20	中興坋壤土	砂岩頁岩質冲積	冲積階段地位較高之水田排水不完全	南投營盤口
7	21	營盤粘土	砂岩頁岩質冲積	冲積扇地位低下之水田排水不良	南投營盤口
8	17	斗六坋粘壤土	砂岩頁岩質冲積	冲積平原排水中等	雲林縣斗六保莊里
9	18	振興坋粘土	粘板岩質冲積無石灰性	冲積平原排水不良	雲林縣西螺振興里

（二）研究方法

本研究係繼去年研究本省北部五縣水田後之繼續工作，故研究方法，均與去年相同，經發表於農業研究第22卷第二期，此處僅摘其要：

分類之原則：——參照川口博士以土壤剖面有游離鐵錳之洗出與洗入層生成者爲水稻土，其無此化育者則以原土類別之，水稻土再以其鑑別層次區分爲亞類，其他各土類之水稻田土壤以稻田（Paddy）形容之，作爲其亞類。至於低級分類則仍如一般分類之土系或土型顯示之。

（三）理化性分析

甲、物理性方面

①土色——採用門舍爾土色標準卡（Munsell soil color standard charts）分別其乾及潤時核對之土壤顏色，以色譜色值及色度之數字表示之。

②機械成分——應用鮑氏比重計測定砂粒、坋粒及粘粒，再核對質地名稱（浮秤法）。

③粘粒分離——應用Na EDTA爲分散劑，就粒子沉降速度分別檢出2μ及1μ粒子，進行粘土礦物測定。

④比重——包括容積重（白腊法）及固粒重（比重瓶法）測定之，再算孔度。

乙、化學性方面

①PH值：水土比爲1：1，用玻璃電極法[16]。

②有機質：用Walkley Black氏法[16]。

③全氮量：擴散定量法[5]。

④CEC：醋酸鈣法[16]。

⑤游離鐵錳：0.2N草酸作抽出液，游離鐵用O—Phennthroline法以比色計測定，游離錳

用原子吸光計測定[16]。

⑥有效矽：以醋酸鈉液（pH4）作抽出液，用藍鉬比色法[16]。

⑦可還原錳（Reducible Mn）：用N醋酸鋞錳液包含0.2% hydroquinone 液作抽出液後，用原子吸光計測定[16]。

⑧粘土礦物：X 光繞射線分析，應用臺灣大學地質系之X 光儀器進行。

⑨T. G. A：用高溫電爐於本系進行。

四、結果及討論

(一) 代表土壤剖面形態

代表土壤剖面形態爲簡化而易於比較起見，列如表二及圖一、二、三。

表二、中部水稻田代表土壤剖面形態特徵摘要

Table 2. Soil morphology of the representative profiles

剖面號 Profile No. (原採集號)	土型 Soil types	土號 Soil No.	層次 Horizons	深度 Depth (cm)	土色 Soil color 色譜 Color hue	色值Value 色度Chroma	名稱 Color name	構造 Structure	結持力 Soil consistence
Ⅰ. 極暗灰棕色水稻土 Very dark gray brown aquorizems									
C—1 (10—A)	霧峯粘壤	48	Apg	0—18	乾 2.5Y	6/2	輕棕灰色具 6/4 淡黃棕斑紋	段狀	極硬
					潤 10YR	3/2	極暗灰棕色具 4/2 暗灰棕斑		脆性
		49	ABg	18—34	乾 5Y	6/1	灰色具2.5Y 6/4 淡黃棕斑	角塊狀	極硬
					潤 10YR	4/2	暗灰棕色同上黃棕斑		脆性
		50	B2g	34—46	乾 2.5Y	5/2	灰棕色夾少量棕斑	角塊狀	極硬
					潤 10YR	4/1	暗灰色夾少量棕斑		脆性
		51	C1	46—64	乾 5Y	6/3	淺橄欖色微具黃斑	角塊狀	極硬
					潤 10YR	5/2	灰棕色微具黃斑		脆性
		52	ⅡG	64—102	乾 5Y	5/1	灰色夾有棕斑	大塊狀或段狀	極硬
					潤 10YR	3/1	極暗灰色夾有棕斑		極實
C—7 (21)	營盤粘土	106	Apg	0—20	乾 10YR	6/2	輕棕灰色棕紅色銹紋頗多	核塊狀	硬
					潤 〃	3/2	極暗灰棕色，餘同乾時		實
		107	ABg	20—36	乾 5Y	6/1	灰色夾紅棕銹紋	角塊狀	硬
					潤 〃	4/1	暗灰色，餘同乾時		實
		108	B2g	36—48	乾 〃	6/2	輕橄欖色，銹紋同上層	鈍角塊狀	硬
					潤 〃	4/1	暗灰色，餘同乾時		實
		109	C1g	48—64	乾 〃	6/3	淺橄欖，銹紋略帶黃棕	角或鈍角塊狀	極硬
					潤 〃	5/2	橄欖灰色，餘同乾時		極實
		110	C2g	64—75	乾 〃	7/3	淺黃色，具黃棕斑紋	大塊狀	極硬
					潤 〃	5/3	橄欖色，餘同乾時		極實

Ⅱ. 極暗灰色水稻土 Very dark gray aquorizems

C— 9 (18)	振興坊粘土	87	Apg	0—13	乾 5Y	6/1	灰色微具斑紋	碎屑狀	硬
					潤 〃	3/1	極暗灰色，斑紋同乾時		脆性
		88	A1g	13—20	乾 〃	6/1	灰色鐵銹紋較上層多	碎屑狀	硬
					潤 〃	3/1	極暗灰色鐵銹紋較上層多		極脆性
		89	AB1g	20—25	乾 〃	7/1	輕灰色少量銹紋	鈍角塊狀	極硬
					潤 〃	4/1	暗灰色，少量銹紋		脆性
		90	AB2g	25—39	乾 〃	7/1	輕灰色，少量銹紋	角或鈍角塊狀	極硬
					潤 〃	4/1	暗灰色		極脆性
		91	B2g	39—44	乾 〃	7/3	淺黃色同上層銹紋	碎屑狀	硬
					潤 〃	5/2	橄欖灰色		極脆性
		92	C1g	44—54	乾 〃	7/2	輕灰色同上層銹紋	碎屑狀	硬
					潤 〃	4/1	暗灰色		極脆性
		93	ⅡC2g	54—71	乾 2.5Y	3/2	極暗灰棕色棕斑較多	鈍角塊狀	極硬
					潤 5Y	4/2	橄欖灰色，同具棕斑		脆性
		94	ⅢC3	71—100	乾 〃	7/4	淺黃色	段狀	微硬
					潤 〃	4/3	橄欖色		極脆性

Ⅲ. 稻田低地灰粘土 Paddy lowland gley soils

C— 3 (12—A)	頂勝坊壤土	63	Apg	0—12	乾 5Y	6/1	灰色，雜有少量棕條紋	鈍塊狀	軟至微硬
					潤 2.5Y	3/2	極暗棕色，餘同乾時		脆性
		64	C1g	12—24	乾 5Y	6/1	灰色具黃斑頗多	角塊狀	極硬
					潤 2.5Y	3/2	極暗棕色，具頗多黃斑		實
		65	ⅡC2g	24—33	乾 5Y	7/1	輕灰色具棕斑少量	角塊狀	極硬
					潤 2.5Y	4/2	暗灰棕色，餘同乾時		實
		66	ⅡC3g	33—45	乾 2.5Y	7/0	輕灰色較上層多棕斑	角塊狀	極硬
					潤 5Y	5/1	灰色具黑與黃斑		實
		67	ⅢG1	45—65	乾 〃	7/1	輕灰色黑斑紋	角塊狀	極硬
					潤 〃	4/1	暗灰色黑斑紋		極實
		68	ⅢG2	65—100	乾 〃	5/1	灰色	段狀	極硬
					潤 〃	2/1	黑色		脆性

C—4 (11—A)	南平粘壤	58	Apg	0—5	乾 2.5Y	6/0	灰色有腐根紋，間有少粒具殼碎屑	段狀	硬
					潤 5Y	3/1	極暗灰色，餘同乾時		脆性
		59	G1	15—30	乾 2.5Y	6/0	灰色餘同上層	段狀	硬
					潤 5Y	3/1	極暗灰色，餘同上層		脆性
		60	G2	30—43	乾 〃	5/1	灰色餘同上層	段狀	極硬
					潤 〃	2/1	黑色餘同上層		脆性
		61	G3	43—68	乾 〃	8/2	白色雜有黃斑點	段或鈍塊	微硬至軟
					潤 〃	7/2	輕灰色，雜有黃斑		極脆性
		62	G4	68—100	乾 〃	6/1	灰色雜有黃或棕斑	段狀	極硬
					潤 〃	4/1	暗灰色，餘同乾時		實
C—5 (19)	南港舊坍壤土	95	Apg	0—16	乾 〃	6/1	灰色腐根紋夾灰質白點	段狀	微實
					潤 〃	4/1	暗灰色餘同乾時		鬆
		96	Cg	16—23	乾 〃	6/1	灰色，同上層斑紋	段狀	實
					潤 〃	4/1	暗灰色同乾時斑紋		脆性
		97	ⅡG1	23—40	乾 〃	8/1	白色具藍斑點	段狀	微實
					潤 〃	5/1	灰色具藍斑點		脆
		98	ⅡG2	40—63	乾 〃	7/2	輕灰色具棕或藍斑	段狀	微實
					潤 〃	5/2	橄欖灰色具棕或藍斑		脆性
		99	ⅢG3	63—78	乾 〃	7/2	輕灰色具棕或藍斑點，間有閃光色	單粒狀	軟
					潤 〃	4/2	橄欖灰色餘同乾時		鬆散
		100	ⅢG4	78—100	乾 〃	6/2	輕橄欖色，棕或藍斑較多	單粒狀	軟
					潤 〃	4/2	橄欖灰色，餘同乾時		鬆散

Ⅲ. 稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils

C—2 (10—B)	草湖粘土	53	Apg	0—13	乾 2.5Y	6/2	輕棕灰色具 5/6 輕橄欖棕條紋與鐵銹	段狀	極硬
					潤 〃	3/2	極暗灰棕色具 5/6 輕橄欖棕條紋與鐵銹		脆性
		54	C1g	13—32	乾 5Y	6/1	灰色具 10YR5/6 黃棕斑	段狀	極硬
					潤 〃	4/1	暗灰色具 10YR5/6 黃棕斑		脆性
		55	ⅡC2g	32—46	乾 〃	5/1	灰色同上層斑紋	段狀	極硬
					潤 〃	4/2	橄欖灰色同上層斑紋		實
		56	ⅢC3g	46—80	乾 〃	7/3	淺黃色斑紋略少	段狀	極硬
					潤 〃	4/3	橄欖色斑紋同上		脆
		57	ⅣC4	80—100	乾 2.5Y	7/4	淺黃色	鈍塊狀	極硬
					潤 10YR	5/3	棕色		鬆

C—6 (20) 中興坋壤	101	Apg	0 16	乾 2.5Y	7/2	輕灰色具黃棕斑點	團粒狀	軟
				潤 〃	4/2	暗灰棕色，餘同乾時		鬆
	102	C1g	16—34	乾 〃	6/2	輕棕灰色斑紋較上層多	鈍角塊狀	硬
				潤 〃	4/2	暗灰棕色，餘同乾時		微實
	103	ⅡC2g	34—51	乾 〃	6/2	輕棕灰色具棕黃斑點	碎屑狀	硬
				潤 〃	3/2	極暗灰棕色，餘同乾時		實
	104	ⅡG1	51—67	乾 〃	5/2	灰棕色，斑較少	大塊狀	極硬
				潤 〃	3/2	極暗灰棕色，斑較少		頗實
	105	ⅡG2	67—85	乾 〃	5/2	灰棕色，斑紋更少	大塊狀	極硬
				潤 〃	3/2	極暗灰棕色，斑紋更少		極實
C—8 (17) 斗六坋粘壤土	81	Ap	0—15	乾 〃	7/2	輕灰色腐根紋，棕黃斑	碎腐狀	極硬
				潤 10YR	4/1	暗灰色，餘同乾時		極實
	82	A1	15—34	乾 5Y	7/3	淺黃色，同上層斑紋	鈍角塊狀	極硬
				潤 2.5Y	4/2	暗灰棕色，斑紋同上		脆性
	83	C1g	34—42	乾 〃	7/2	輕灰色具棕斑點	鈍角塊狀	極硬
				潤 〃	5/2	灰棕色，斑點同乾時		脆性
	84	C2g	42—60	乾 10YR	7/2	輕灰色，斑點同上	不規則	極硬
				潤 〃	4/1	暗灰色	角塊狀	實
	85	C3g	60—76	乾 5Y	7/3	淺黃色微具斑紋	角塊狀	極硬
				潤 〃	5/2	橄欖灰色微具斑紋		實
	86	C4g	76—100	乾 〃	7/3	淺黃色斑較上層多	角塊狀	極硬
				潤 〃	5/2	橄欖灰色，斑同乾時		實

(二) 代表土壤剖面之分類

據土壤剖面形態性徵及理化性分析結果，9代表土壤剖面中有游離鐵、錳之洗出與洗入層之生成者，計有霧峰粘壤土、振興坋粘土、營盤粘土3代表土型，列爲水稻土Aquorizems[18]，其餘6土型仍列入原土類之亞類[3,7,8,9,12,14]。茲表列其分類系統及其鑑別特徵如表三：

表三、中部水稻田土壤代表剖面主要類型分類表

Table 3. The soil classification of the representative soil profiles of paddy field in central part of Taiwan

土類 Great groups	亞類 Sub—groups	鑑別特徵 Identification characteristics: 層次 Horizons	母質質地構造及其他 Parent material, texture Structure and others	土型 Soil types	代表剖面號 Profile No.
一、水稻土 Aquorizems	Ⅰ. 極暗灰棕色水稻土 Very dark gray brown aquorizems	極暗灰棕／灰棕至極暗灰	1.砂頁岩質冲積，細質地	霧峰粘壤	C-1
		極暗灰棕／橄欖色	2.砂頁岩質冲積，細質地	營盤粘土	C-7
	Ⅱ. 極暗灰色水稻土 Very dark gray aquorizems	極暗灰／橄欖灰	3.粘板岩質冲積，細質地	振興坍粘土	C-9
二、灰粘土 Gley soils	Ⅲ. 稻田低地灰粘土 Paddy lowland gley soils	極暗棕色／灰至黑色	4.砂頁岩質冲積，中質地	頂勝坍壤	C-3
		極暗灰／暗灰層	5.石灰性粘板岩質冲積，細質地	南平粘壤	C-4
		暗灰色／橄欖灰	6.石灰性粘板岩質冲積、中質地	南港舊坍壤	C-5
三、冲積土 Alluvial soils	Ⅳ. 稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils	極暗灰棕／橄欖至棕色	7.砂頁岩質冲積，細至中質地	草湖粘壤	C-2
		全層暗灰棕色	8.砂頁岩質冲積，細質地	中興坍壤	C-6
		暗灰色／橄欖灰	9.砂頁岩質冲積，細質地	斗六坍粘壤	C-8

(三) 各類型土壤之理化性

1.代表剖面各層之理化性分析結果詳列如表四、五、六（略）

2.物理性討論

① 質地

根據全省農田土壤肥力因子測定[10]，中部耕地如臺中縣、南投縣、嘉義縣之表土均以中質地占多數，前者70%以上，後二者約及半數，48.8%及56%。彰化縣則以細質地居多，54%。雲林縣則以中粗質地爲多。此次研究之代表土壤數目不多，9剖面中，論及各層次之質地，略如表七：

表七・代表剖面各層之質地

Table 7. Texture of the layers of representative profiles

質地概略 Texture	表土 Surface soils	亞表土 Sub-Surface soils	底土 Sub-Soil	小計 Total
細 Fine	6	18	17	41
中 Moderate	3	1	6	10
粗 Coarse	0	0	0	0

全部代表土樣中均無粗質地，且不論表土、亞表土或底土，均以細質地占最大多數。就表土言，細質地占⅔，中質地⅓；亞表土幾全屬細質地，僅有一土樣屬中質地；底土則細質地占¾，中質地¼，此爲本次代表樣本之質地特色。去年研究本省北部水稻田土壤，結論中曾有質地中等之土壤對水稻土之育成較易[15]，證之此次中部各代表剖面，則未盡符合，9剖面中質地完全劃一細粘者有營盤粘土，該剖面即已育成水稻土；至於亞表土與底土均屬細質地者有（6.1.4.8）4個剖面，其中剖面1.霧峰粘壤亦有洗出洗入作用，亦育成水稻土；底層質地中等者亦有4剖面（2.3.5.9），其中剖面9振興坌粘土亦已育成水稻土；故水稻土之生成機構頗爲複雜，未能以單一之質地因子申論之。

② 容積重

土壤之容積重與土壤所含有之有機質、土壤本身之質地及其粒子之礦物成分至有關係[19]，茲先就本研究土壤與其有機炭之關係列如表八。

表八・代表剖面各層之有機炭與容積重

Table 8. The relation of organic carbon and bulk density

有機 C % Organic carbon	容積 Bulk density (g/c.c.) 最低 Minimum	最高 Maximum	平均 Average	重 樣本數 Number of samples
<0.49	1.28	1.80	1.53	17
0.5—1.00	1.30	1.74	1.49	23
1.01—2.00	1.17	1.50	1.36	11

由表可知代表土壤各層含有機炭 0.5至1%者占最大多數，其容積重平均爲1.49；1%以上則爲1.36，0.5%以下者平均爲 1.53，此與北部代表土樣之平均結果至爲接近，至於最高與最低容積重如表九所示：

表九・容積重統計

Table 9. Calculation of the bulk density

土層 Soil layers	最低 Minimum	最高 Maximum	平均 Average	樣本數 Number of samples
表土 Surface soils	1.17	1.48	1.34	9
亞表土 Sub-surface soils	1.30	1.73	1.56	19
底土 Sub-soil	1.28	1.80	1.51	23
	1.17	1.80	1.50	51

上表之容積重以表土最低，爲1.17，底土最高爲1.80，平均爲1.50，較北部者之統計略低。

至各類土壤容積重與深度之關係，則水稻土三剖面之表層至爲接近，惟20公分以下則變化不一，見圖4。稻田低地灰粘土三剖面之容積重曲線見圖5，頂勝坌壤與南平粘壤趨向較爲接近，表層較低

，亞表土較高，底土則未盡一致；稻田沖積土容積重在剖面之變化與稻田灰粘土相差不多，見圖6。

③ 孔度：

表十・代表剖面孔度統計

Table 10. Calculation of the porosity

土層 Soil layers	最低 Minimum	最高 Maximum	平均 Average	樣本數 Number of samples
表土 Surface soils	44.2	56.2	49.3	9
亞表土 Sub-surface soils	34.7	50.8	42.0	19
底土 Sub-soil	32.8	51.5	43.1	23
	32.8	56.2	43.2	51

代表剖面各土層之孔度統計見表十，各層中孔度最高爲表土，最低爲底土，至於平均最高亦爲表土層，平均最低則爲亞表土，顯示一般水稻田土壤之密實層在犁底層附近。

3.化學性討論

① 游離鐵錳

川口氏論水稻土之生成，曾謂土壤之化育於原生殘積母質者，游離 Fe_2O_3 在剖面之分布，可爲洗出層之良好根據，惟大多數水稻田由於下列原因，該項根據頗有困難[18]：①多數水稻田土壤係生成於不同年代之沖積物，因而母質不劃一。②原有之土壤即有不同之層次區分，即本身原爲多次化育（Polygenetic），故現時之土層究係原來之覆蓋層，抑係在水稻耕種下生成之層次，頗難區別。③頗多水稻田土壤係在水育成下之影響，如由地下水紅壤所分離之氧化鐵，不能認爲係洗出洗入作用之依據。

霧峰粘壤全剖面除底層質地屬坋粘土外，其上四土層之質地尙均一，皆屬粘壤土，見圖1及表四，惟其游離鐵、錳含量均顯示於第二、三層，漸次有積聚之現象，見圖7及表六，因稱第二層爲AB層，第三層爲 B2 層，有洗入之現象，第一層爲洗出層，亦係耕犁層，堪稱水稻土。

營盤粘土質地劃一，全剖面各層均屬粘土，見圖1及表四，其游離鐵亦洗出並積聚於第二以至48公分之第三層爲最高，此後呈漸減之現象；游離錳則其最高積聚下達於第四層64公分處，見圖7及表六，洗出洗入作用至爲顯然；本剖面地位較低窪，地下水位常高，時有淹浸，原屬灰粘土，惟洗出洗入作用尙至顯然，因改屬水稻土。

振興坋粘土全剖面各層除最低兩層爲坋粘壤土與壤土外，其上六層均屬坋粘土，見圖1及表四，其游離鐵於第五層43公分處積聚最高，至爲顯明；游離錳則較低，而於第六層積聚最高，見圖7及表六，洗入作用至爲顯然，洗出作用則上四層有漸進現象，因稱第三、四層爲AB1及AB2層。前二剖面霧峰粘壤與營盤粘土之游離鐵曲線趨勢相同，後者質地較粘重，含鐵量較多，第三剖面之曲線較爲突出，B層至顯明，見圖7a。

稻田低地灰粘土之游離鐵錳： 頂勝坋壤全剖面各層之質地參差不一，見圖2，爲經數次堆積之產物。觀圖8，其游離鐵與錳之曲線，於第二層即積聚至顯，酷似水稻土之B層，第查該第二層之質地則粘粒含量高出第一層一倍以上，見表4，（第一層21.5%，第二層46.5%）此爲該層游離鐵、錳原即含量豐富之理由，並非由第一層洗出而積聚於第二層；該土地位低下，地下水位常高，剖面形態

屬灰粘土，因仍歸屬之，而以稻田低地灰粘土爲其亞類。

南港舊坋壤土與南平粘壤兩剖面之游離鐵、錳含量均有向第二至第三層漸增之現象，見圖8及表六，酷似由第一層洗出，再於第二、三層洗入之形態，第核對各該剖面各層之粘粒含量，見表四，則前者由26%→34%→46%，後者由32%→47%→62%，依次增加，是即該游離鐵之增加亦係受其粘粒含量之影響，並非眞正洗出洗入作用使然，原二剖面係灰粘土，因仍屬之。

稻田低地冲積土之游離鐵及游離錳：　草湖粘壤之游離鐵曲線變化，酷似灰壤之曲線型態，見圖9，第二層似A2層，第三層似B層至爲明顯，第核對其粘粒含量，見表四之Ⅳ，則第二層較第一層少7%，第三層突增20%，其游離鐵之減少與增加，原即與其粘粒之增減關係使然，頗難謂其係洗出或洗入之結果；原土壤係冲積土，因仍歸屬之。

中興坋壤土全剖面各層之粘粒含量由21→39→46→53→59，斗六坋粘壤土亦由36→36→44→56→64→59，均自表層漸次增加，見表四之Ⅳ，兩者之游離鐵、錳曲線趨勢至爲接近，見圖9，並無洗出洗入作用之表現，均歸類爲冲積土，而以稻田低地冲積土次分之。

②　有效矽及CEC(13·17)

極暗灰棕水稻土之有效矽及 CEC：　水稻土三剖面中除營盤粘土外，其餘霧峰粘壤與振興坋粘土之有效矽與 CEC 之深度曲線趨向尙稱一致，見圖10，隨深度下降有漸增之趨向，至60公分左右則因下層質地粘粒含量增減而略異，見表四之Ⅰ與Ⅱ；至營盤粘土則亞表土以下之有效矽增加較多，CEC自表土即較豐富而次層更高，見圖10之A與b。

稻田低地灰粘土之有效矽及CEC：　稻田低地灰粘土三剖面之有效矽與CEC含量對其剖面深度之關係曲線未盡相同，見圖11，其中頂勝坋壤於第二層突然增加，一如其游離鐵、錳之趨向，或亦與其本身之粘粒倍增有關。自第二層以下即趨向減低，愈下而愈低，有效矽與CEC均同。南港舊坋壤土之有效矽則剖面各層之變化不大，底層略較低。南平粘壤土之有效矽則亞表土略增，底土二層較爲穩定，見圖11之a。至於 CEC 則南平粘壤土各層次高低不一，底層仍低，南港舊坋壤土則自上層向下漸減，見圖11之b。

稻田低地冲積土之有效矽及 CEC：　稻田低地冲積土之表土有效矽含量三剖面均至爲接近，隨深度向下均有漸增之趨勢，尤以斗六坋粘壤土增加較多，草湖粘壤增加較少，見圖12之a；至於三剖面各層之 CEC，見圖12之b，亞表土以上各二、三層則斗六坋粘壤土與草湖粘壤之趨勢相同；亞表土以下以至底土各層則中興坋壤土與斗六坋粘壤土趨勢較爲接近。

③　PH在各亞類土壤代表剖面中之變化(20)

1.九代表剖面除營盤粘土外，亞表土以下至底土之 PH 均在7以上，僅表土較有差異，見表五及圖13.14及15。

2.稻田低地冲積土三剖面之變化較爲一致，見圖15，草湖粘壤與中興坋壤均屬B型，表土微酸性，亞表土呈中酸反應；斗六坋粘壤土表層接近中性，亞表土以至底土呈微鹼性，接近D型。

3.水稻土三剖面中，振興坋粘土酷似D型，霧峰粘壤與營盤粘土則呈B型，見圖13。

4.稻田灰粘土三剖面表現各異，見圖14，南平粘壤全剖面各層之反應變化至微，均呈微鹼性，屬C型，南港舊坋壤土亞表土以下呈强鹼性，表土與最底層呈微鹼性，應屬D型，至於頂勝坋壤表土呈强酸性，亞表土以下接近中性，屬B型。

④　各類型土壤之C/N比率

代表剖面各層次51土樣之 C/N 比率總平均爲 8.7，見表十一，各土類之平均亦相差無幾，冲積土略高爲8.8，水稻土爲 8.7，灰粘土爲8.5，至於最高與最低則水稻土較大，超出一倍以上，其餘兩土類差異較遜。

表十一、各類土壤之C/N比率

Table 11. The C/N ratio of the various soil groups

土類 Great groups	比率 C/N 最低 Minimum	最高 Maximum	平均 Average	樣本統計數 Number of samples
水稻土 Aquorizems	5.8	12.3	8.7	18
灰粘土 Gley soils	6.0	11.0	8.5	17
冲積土 Alluvial soils	7.0	11.1	8.8	16
小計	5.8	12.3	8.7	51

由表十二顯示表土之C/N比率平均較高，底土次之，亞表土較低。

表十二、不同層次之C/N比率

Table 12. The C/N ratio of the different layers

層次 Layers	C/N 最低 Minimum	最高 Maximum	平均 Average	樣本數 Number of samples
表土 Surface	7.5	11.1	9.0	9
亞表土 Sub—surface	5.8	12.3	8.6	22
底土 Sub—soil	6.6	11.0	8.8	20

⑤ 各類型土壤剖面有機質含量之變化

1.極暗灰棕水稻土三代表剖面之有機質含量變化未盡相同，見圖16，霧峰粘壤亞表土以下之變化較輕微，營盤粘土與振興坌粘土之變化較寬，表底土差異超出一倍以上，前者表土與亞表土含量至爲接近，後者則亞表土以下各層高低不一。

2.稻田低地灰粘土三剖面中有二剖面之有機質含量變化，自表層以至底層趨向至爲一致，見圖17，即頂勝坌壤與南港舊坌壤亞表土各層急劇下降，至底層而後增加，惟南平粘壤之趨勢則與前述水稻土中之營盤粘土趨勢相同，即表土與亞表土含量均較豐，底層則突減低。

3.稻田低地冲積土三剖面之有機質含量在40公分以上，趨勢相同，見圖18，即表土含量較豐，亞表土即劇減，自40公分以下各層三剖面各異其趨。

⑥ 粘土礦物

此項分析，計進行熱重量分析及X光繞射線分析二項，分析結果分述於下：

1. 熱重量分析結果如表十三：

表十三・代表土樣之熱重量分析結果

Table 13. Result of thermal gravimetric analysis of some representative soil types.

土型 Soil types	土號 Soil No.	深度 Depth cm	吸收水分 Absorbed Water		Loss between 180—350°C	Loss between 350—1000°C	Total Crystall
			180°C Basis	Ignited Basis		Ignited Basis	
南平粘壤	58	0 — 15	5.23	5.64	1.63	5.99	7.62
	59	15 — 30	6.18	6.64	1.17	6.19	7.36
	60	30 — 43	6.32	6.71	1.36	4.86	6.22
	61	43 — 68	4.49	4.76	0.83	5.13	5.96
	62	68 — 100	7.76	8.22	0.52	5.32	5.84
頂勝坋壤	63	0 — 12	11.31	12.01	0.79	5.42	6.21
	64	12 — 24	1.34	1.27	0.94	5.02	5.96
	65	24 — 33	9.79	10.50	1.41	5.84	7.25
	66	33 — 45	10.34	11.04	0.68	6.08	6.76
	67	45 — 65	7.45	8.02	1.56	5.70	7.26
	68	65 — 100	6.78	7.31	1.08	6.80	7.88
斗六坋粘壤	81	0 — 15	6.48	6.93	1.64	5.43	7.07
	82	15 — 34	6.62	7.13	1.52	5.58	7.10
	83	34 — 42	7.74	8.24	1.10	5.29	6.39
	84	42 — 60	7.85	8.35	1.18	5.25	6.43
	85	60 — 76	8.74	7.11	1.58	5.22	6.80
	86	76 — 100	6.88	7.32	1.20	5.22	6.42
振興坋粘土	87	0 — 13	7.08	7.55	1.72	5.02	6.74
	88	13 — 20	6.97	7.46	1.32	5.75	7.07
	89	20 — 25	15.78	18.55	14.84	2.72	17.56
	90	25 — 39	14.89	19.47	20.84	9.89	30.73
	91	39 — 44	11.44	14.48	16.23	10.26	26.49
	92	44 — 54	12.64	14.32	7.65	5.62	13.27
	93	54 — 71	14.67	18.27	15.47	9.02	24.49
	94	71 — 100	16.01	20.54	16.40	11.88	28.28

就吸收水分言：南平粘壤及斗六坋粘壤土多在6～8%間，頂勝坋壤則在6～11%間，振興坋粘土則多在11～16%間。

就結晶水分言，則南平粘壤，頂勝坋壤及斗六坋粘壤土均多在6～7%左右，惟振興坋粘土除表土一、二層在7%外，其下各層多在13～30%之間。

上兩項結果均無明顯的指示某種礦物之存在。

2.X光繞射線分析係選樣進行，此項結果見圖19：1、19：2、19：3、20：1、20：2及20：3，茲分別說明於下：

圖19：1係稻田低地冲積土之草湖粘壤第二層之X光繞射線圖，由無處理之曲線可見尖峰 10.06Å, 5.01Å與3.35Å，顯示依萊石 Illite相當强，而 7.0Å與3.5Å 兩尖峰較弱，仍示綠泥石 Chloride之存在。第二曲線係甘醇化後之曲線，其10Å 尖峰不對稱，部分下移至7°～6°之間，顯示粘土礦物混合層之存在。第三曲線係加熱至350°C 後之曲線，顯示收縮至9°，即10Å ，係依萊石——蒙特石之交錯層。

圖19：2與19：3係草湖粘壤第三層與第五層之X光繞射線，其趨勢與19：1相同，或更爲顯著，不另說明。

圖20：1係稻田低地灰粘土之南港舊坌壤土第一層之X光繞射線圖，由其 14.2Å，7Å, 4.7Å 與3.5Å示綠泥石之强度存在；又10.05Å尖峰極强，5.01Å較弱， 3.31Å 復强，顯示依萊石之存在，甘醇化後趨勢不變，加熱350°C後7Å尖峰減弱，且分解爲二，即12°～11.6°與12.6°，此外 25.2尖峰亦分解爲25.4°與24°，又待進一步研究。

圖20：2係同剖面之第三、四層，其室溫無處理之繞射線尖峰與第一層相同，僅强弱程度不一，以第四層爲較强，顯示該依萊石與綠泥石之豐富，第三層加熱350°C後 14Å與7Å 及3.5Å 均消滅，爲其特色。

圖20：3係同剖面之第六層，其室溫無處理之繞射線較前數層之尖峰更强，說明含量更高，甘醇化後趨勢略遜，加熱350°C後，14Å, 7Å, 4.7Å與3.5Å之尖峰均消減與第三層情形相同，10Å與3.3Å則更强，是其相異處，說明本剖面之粘土礦物綠泥石及依萊石含量豐富，尤以底層更高。

（四）各類土壤受種植水稻影響土壤化育之實況

去年研究本省北部五縣水稻田土壤，結論曾有 a. 質地中等之土壤對水稻土之育成較易， b. 灰粘土原受高地下水位影響所育成，水稻耕作對該土之影響不大，綜合此次理化特性討論，代表土樣中受種植水稻之影響與北部結果未盡相同，分述如下：

1.水稻土之育成機構複雜，土壤質地細粘或中等均有育成之可能。

2.營盤粘土原係灰粘土類，種植水稻多年，已育成水稻土，爲灰粘土育成水稻土之佳例；霧峰粘壤之底層仍具灰粘層，亦育成水稻土。

五、結論及摘要

研究之範圍包括本省中部地區臺中、彰化、南投、雲林四縣，選重要類型水稻田土壤進行研究。目的在加深瞭解該區水田土壤本身特徵，以爲管理、培肥及土壤分類之改進，土壤利用之改良作參考。採集代表剖面九個，分析其理化性十三項目，結果以圖 20.表十三分別討論其特質及水稻土之生成。摘要如下：

1. 九代表土壤剖面均來自冲積母質，見表一，土壤分類結果有三土類，四亞類，九土系，九土型，詳見表二，各土壤剖面形態見表三，圖1、2及3。

2. 代表剖面中均無粗質地，且以細質地占大多數，水稻土之育成構機頗爲複雜，不論質地細粘或中等均有生成之可能。

3. 各類土壤容積重與深度之關係見圖4、5及6，水稻土三剖面之表層至爲接近，20公分以下則變化不一，51分析土樣中平均容積重爲1.50g/c.c，最低未少於1.10g/c.c，最高則超出1.8g/c.c，見表九。

4. 代表剖面各土層之孔度統計見表十，平均最高爲表土層，平均最低則爲亞表土層。

5. 水稻土三剖面之游離鐵及錳曲線，均顯示由表土下移並積聚於下層，見圖7.及表六。

6. 稻田低地灰粘土三剖面與稻田低地冲積土之草湖粘壤其游離鐵錳曲線有類似水稻土B層之趨

勢，見圖8及9，惟核對各該層之質地，則原受粘粒含量豐富之影響，並非洗出與洗入作用使然，見表六。

7. 各類型土壤之有效矽及 CEC 在各剖面中之變化不一，水稻土三土型中有二者之深度曲線趨向一致，隨深度下降而漸增，見圖10；稻田低地灰粘土三土型之深度關係曲線各異，見圖11；稻田低地冲積土之表土有效矽則三者均至接近，見圖12。

8. 各類型剖面土壤反應之變化型式不一，呈B型者有五，呈D型者有三，呈C型者亦有一剖面，見圖13、14及15。

9. 各類型土壤C/N比率之平均相差至微，最高與最低之差則以水稻土較大，達一倍餘，見表十一；全部表底土之C/N比率相差亦小，而以表土略高，見表十二。

10. 各土類之有機質含量在剖面中之變化不一，水稻土尤爲顯著，見圖16；稻田低地灰粘土三剖面中有二者變化趨向一致，見圖17；稻田低地冲積土三剖面在40公分以上，趨勢相同，見圖18。

11. 熱重量分析結果見表13，X光繞射分析結果見圖19：1、19：2、19：3、20：1、20：2及20：3，顯示草湖粘壤具相當之依萊石與少量綠泥石，並有依萊石——蒙特石之混合層存在，而稻田低地灰粘土之南港舊坋壤土則綠泥石與依萊石均强度存在，尤以剖面之底層存量更高。

12. 各類土壤受種植水稻之影響如下：a. 土壤質地細粘或中等者均有生成水稻土之可能。b. 營盤粘土原爲灰粘土，亦育成水稻土。

參 考 文 獻

1. 華孟等 (1947) 臺中縣之土壤 省農試所專報6號
2. 梁鉅榮等 (1955) 南投縣邊際土地調查報告稿
3. 梁鉅榮 (1957) Soils of Taiwan 中華農學會新20期
4. 張仲民 (1964) 臺灣冲積土之剖面形態及粘土礦物研究 中國農化學會會誌 53年3、4期109～121頁
5. 李蘭帝 (1964) 擴散法在氮定量上之應用 土壤肥料通訊156期659～660頁
6. 洪崑煌、陳振鐸 (1965) 臺灣土壤粘土礦物之研究 中國農化學會會誌54年1、2期1～6頁
7. 王新傳 (1965) 試論日本水稻土壤分類體系應用於本省之適宜性 土壤肥料通訊170期
8. 楊培森 (1965、1966) 日本稻田土壤分類體系 土壤料肥通訊164、166、174、185期
9. 江敏弘譯 (1967) 東南亞之土壤及其在水稻栽培下之土壤分類 譯自東南亞研究報告（第四卷第二號）土壤肥料通訊199～200期
10. 林家棻等 (1967) 臺灣省土壤肥力測定 省農試所試驗報告28號
11. 中興大學 (1969) 彰化縣土壤調查報告
12. 松板泰明 (1969) 本邦水田土壤の分類に關する研究 農業技術研究所報告 B第20號
13. 黎靜韻、梁鉅榮 (1970) 本省稻田土壤之生成研究 農業研究19卷4期1—18頁
14. 梁鉅榮 (1971) 臺灣稻田土壤之分類研究 國科會59年度報告未印稿
15. 梁鉅榮、黎靜韻 (1973) 本省北部水稻田土壤之特質及其生成 農業研究22卷2期
16. M. L. Jackson, (1958) Soil Chemical Analysis
17. K. H. Tan (1968) The Genesis and Characteristics of Paddy Soils in Indonesia, Soil Sci. and Plant Nutrition Vol. 14, No. 3
18. K. Kawaguchi, (1969) Lowland Rice Soils in Thailand. Reports on Research in Southeast Asia, Natural Sci. Series N—4
19. H. O. Buckman (1969) & N. C. Brady The Nature and Properties of Soils. p. 52—63
20. M. Mitsuchi (1972) Changes in Soil Properties Under Rice Cultivation, National Institute of Agr. Sci.

THE CHARACTERISTICS AND GENESIS OF PADDY SOILS IN CENTRAL PART OF TAIWAN[1]

by

Ku-wing Leung & Ching-yuan Lai[2]

SUMMARY

This study includes the soils of paddy field of Taichung, Changhwa, Namtou and Yuanlin, the central part of this province. The objective is to study the improvement of soil management, soil fertilization and soil classification in order to emphasize the recognization and understanding of proper characteristics of the paddy soils in Taiwan. Nine soil profiles of representative soils according to their important patterns were sampled and item of the physico—chemical properties were analyzed. All the results are shown on appendix 1, 2 and 3. All the characteristics and the genesis of the 9 soil profiles are discussed in relation with 13 tables and 20 figures. It may be summaries as follows :

1. All the nine representative soil profiles are developed from alluvial deposite, as shown on Table 1. There are 3 great groups, 4 sub—groups, 9 soil series and 9 soil types, based on the result of classification which is shown on Table 2 with the soil profile description on Table 3, Figure 1, 2 and 3.

2. With all the soil sample studies fine texture occupies the largest proportion and there is not any coarsed texture found. The mechanism of the genesis of aquorizem is rather complicated. However, the soils there is fine or moderate in texture throughout. It may be developed in any cases.

3. The relation between the bulk density and the soil depth in a given profile is shown on Fig. 4, 5 and 6. The surface soil of the 3 aquorizems shows the same trend, but they are different below 20 cm. The average bulk density of the 51 samples is 1.5g/cc the lower limit is no less than 1.1g/cc and the highest is over 1.8g/cc. It is shown on Table 9.

4. The result of the porosity of the various layers of the representative soil profiles is shown on Table 10. The average maximum is in the surface soils and the average minimum is in the sub—surface soils.

5. The distribution patterns of the free iron and free manganese of the three profiles of aquorizems show the accumulation of these elements in the sub-surface soil by leaching from surface soil as shown in Fig. 7 and Table 6.

6. The curves of the free iron and free manganese of the paddy lowland gley soils and the Tsao—hu clay loam of the paddy lowland alluvial soils show the similar trend as

1. Serial No. (Q) 677

2. Senior Soil Technologist, Department Head of Agricultural Chemistry, Soil Specialist, respectively, TARI, Taiwan, Republic of China.

the B horizon of the aquorizems as shown in Fig. 8 and 9. It is affected by the higher content of the original clay particles. Based on the texture of the lazers respectively there is not any illuviation or eluviation present. It is shown on Table 6.

7. The changing pattern of soil available silica and C. E. C. with the soil depth in a given profile varies with different types of soil. Two of the three soil types of the aquorizems go down from surface to sub-soil as shown in Fig. 10. The curves of the 3 soil types of paddy lowland gley soils are different from each other as shown in Fig. 11 but the curves of the available silica of the surface soils of paddy lowland alluvial soils are nearly alike as shown in Fig. 12.

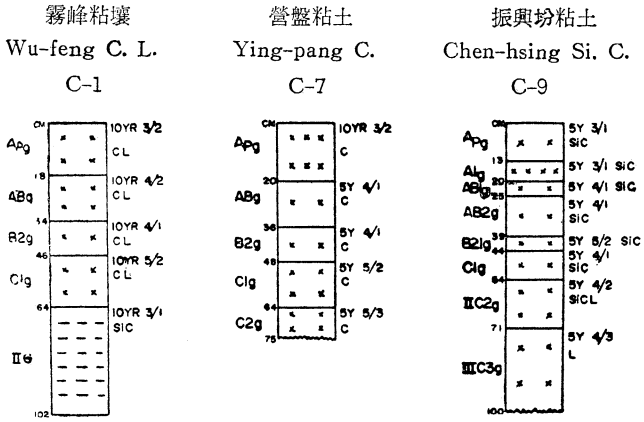
8. From the pH patterns of the soil profiles, it is concluded that there are 5 belonging to B types, 3 to D types and 1 to C types as shown in Fig. 13, 14 and 15.

9. The variation of the average C/N ratio among the different soil types are very small. However, the aquorizems shows greater differences base on the maximum and the minimum as shown on Table 11. The variation of the average C/N ratio among the surface soils and the sub—soils are small, it is shown on Table 12.

10. The changing pattern of organic matter content with the soil depth in a given profile varies with different types of soil. Aquorizems are apparant as shown in Fig. 16. Two of the three soil profiles of the paddy lowland gley soils have the same pattern as shown in Fig. 17. The trend of the curves above 40 cm of all the 3 types of the paddy lowland alluvial soils look alike as shown in Fig. 18.

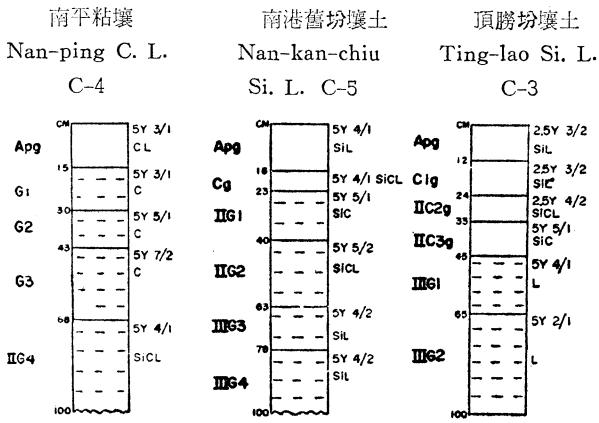
11. The result of the thermal gravitational analysis is shown on Table 13, X-ray diffraction pattern is shown in Figures 19 : 1, 19 : 2, 19 : 3, 20 : 1, 20 : 2 and 20 : 3, it shown that there is some illite small amount of chloride and some illite-montmorillonite mixed lazers in Tsao—hu clay loam and a lot of chloride and illite is present in Nam-kan-shui silty loam, especially in the bottom lazer of the profile.

12. The influence of various soil groups by rice planting is as following : a) It is possible to developed aquorizems from the soils with fine or moderate texture. b) Ying-pan clay is the typical sample of the aquorizem which has developed from gley soils.



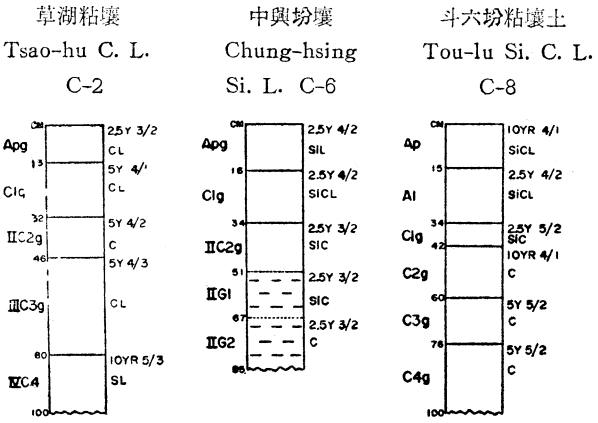
圖一. 暗灰棕水稻土之代表剖面簡圖

Fig. 1. Diagrammatic representation of the profiles of dark gray brown aquorizems



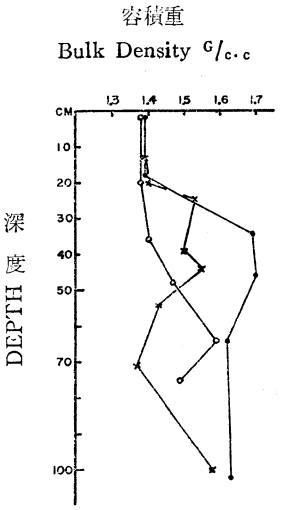
圖二. 稻田低地灰粘土之代表剖面簡圖

Fig. 2. Diagrammatic representation of the profiles of paddy lowland gley soils



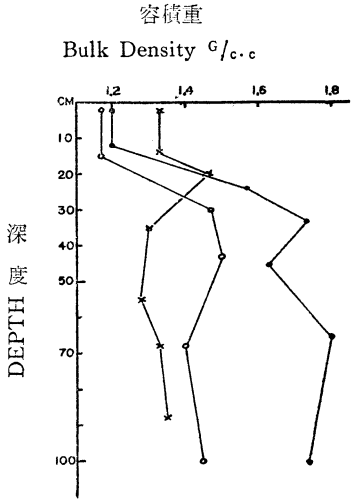
圖三. 稻田低地冲積土之代表剖面簡圖

Fig. 3. Diagrammatic representation of the profiles of paddy lowland alluvial soils



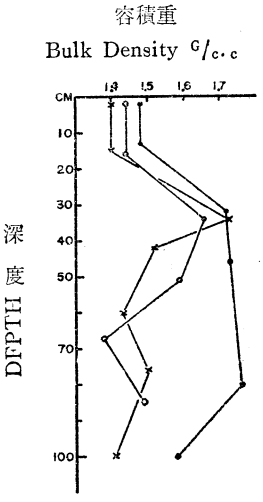
• C-1 霧峰粘壤Wu-feng C. L.
◦ C-7 營盤粘土Ying-pang C.
×C-9 振興坋粘土Chen-hsing Si. C.

圖4. 極暗灰棕水稻土之深度與容積重
Fig. 4. The Depth and the Bulk Density of the Very Dark Gray Brown Aquo. rizems



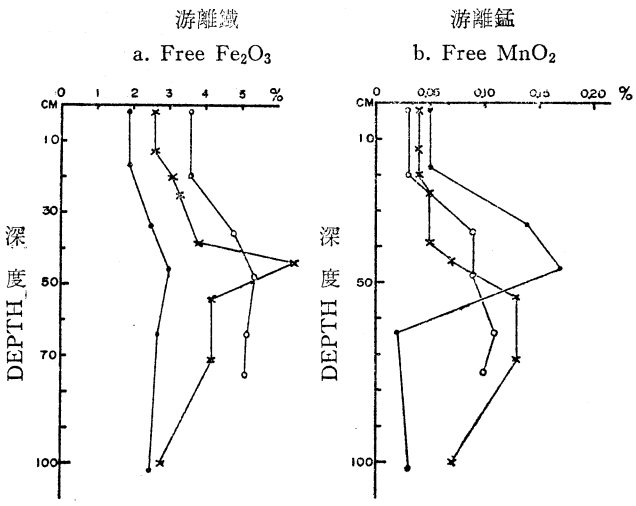
• C-3 頂勝坋壤土Ting-lao Si. L.
◦ C-4 南平粘壤Nan-ping C. L.
×C-5 南港舊坋壤土Nan-kan-chiu Si. L.

圖5. 稻田低地灰粘土之深度與容積重
Fig. 5. The Depth and the Bulk Density of the Paddy Lowland Gley Soils



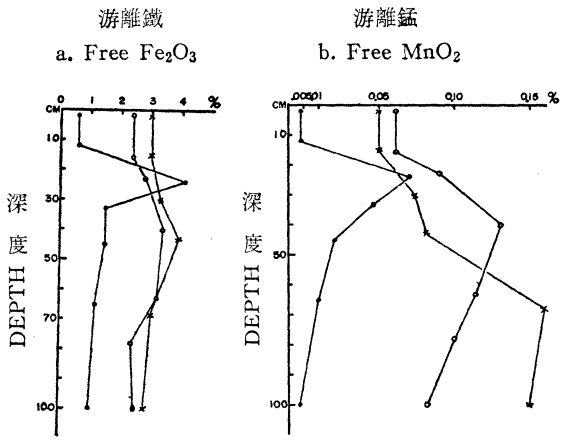
• C-2 草湖粘壤Tsao-hu C. L.
◦ C-6 中興坋壤Chung-hsing Si. L.
×C-8 斗六坋粘壤土Tou-lu Si. C. L.

圖6. 稻田低地冲積土之深度與容積重
Fig. 6. The Depth and the Bulk Density of the Paddy Lowland Alluvial Soils



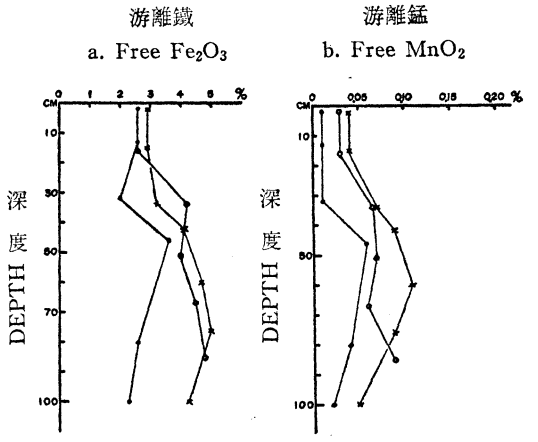
• C-1 霧峰粘壤Wu-feng C. L.
◦ C-7 營盤粘土Ying-pang C.
×C-9 振興坋粘土Chen-hsing Si. C.

圖7. 極暗灰棕水稻土代表剖面之游離鐵錳移動狀況
Fig. 7. Distribution Pattern of Free Iron Oxides and Free Manganeous Oxides in the Representative Profiles of Dark Gray Brown Aquorizems



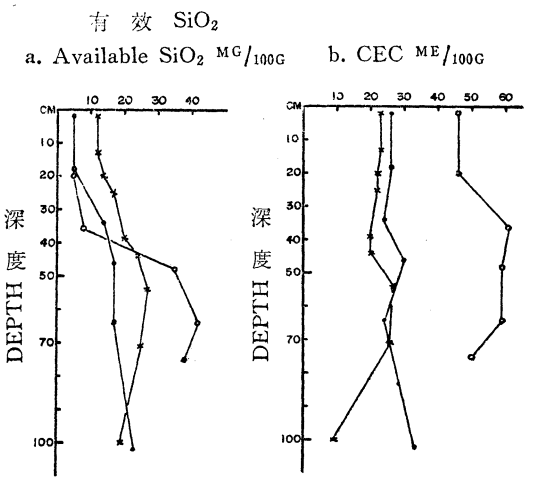
• C-3 頂勝坋壤土 Ting-lao Si. L.
◦ C-5 南港舊坋壤土 Nan-kan-chiu Si. L.
×C-4 南平粘壤 Nan-ping C. L.

圖8. 稻田低地灰粘土代表剖面之游離鐵錳移動狀況
Fig. 8. Distribution Pattern of Free Iron Oxides and Free Manganeous Oxides in the Representative Profiles of Paddy Lowland Gley Soils



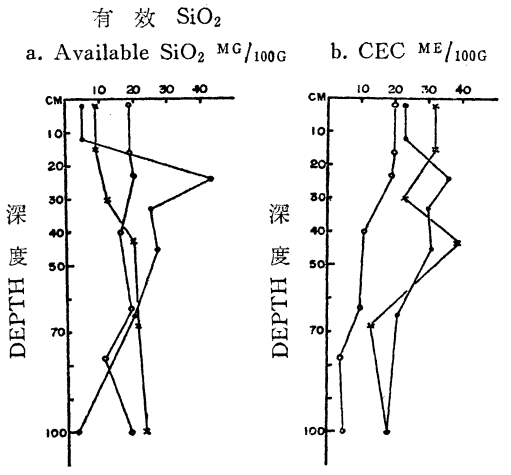
• C-2 草湖粘壤 Tsao-hu C. L.
◦ C-6 中興坋壤 Chung-hsing Si. L.
×C-8 斗六坋粘壤土 Tou-lu Si. C. L.

圖9. 稻田低地冲積土代表剖面之游離鐵錳移動狀況
Fig. 9. Distribution Pattern of Free Iron Oxides and Free Manganeous Oxides in the Representative Profiles of Paddy Lowland Alluvial Soils



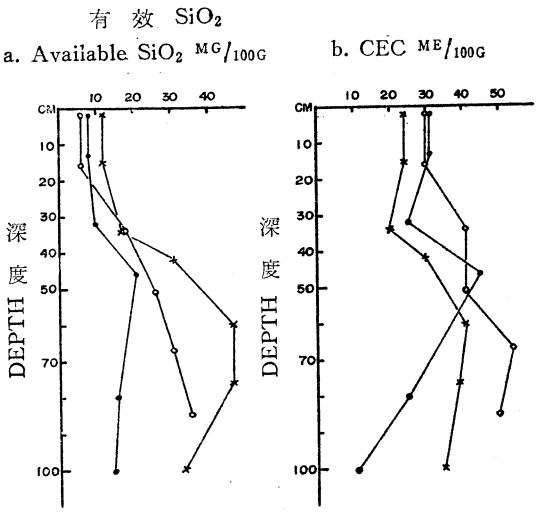
• C-1 霧峰粘壤 Wu-feng C. L.
◦ C-7 營盤粘土 Ying-pang C.
×C-9 振興坋粘土 Chen-hsing Si. C.

圖10. 極暗灰棕水稻土有效矽及CEC在剖面之變化
Fig. 10. Distribution Pattern of Available SiO_2 and CEC in the Representative Profiles of Very Dark Gray Brown Aquorizems



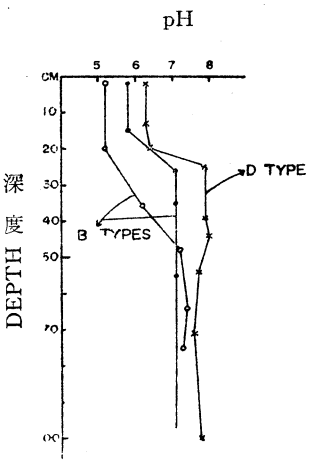
• C-3 頂勝坋壤 Ting-lao Si. L.
◦ C-5 南港舊坋壤Nan-kan-chiu Si. L.
×C-4 南平粘壤 Nan-ping C. L.

圖11. 稻田低地灰粘土有效矽及CEC在剖面之變化
Fig. 11. Distribution Pattern of Available SiO_2 and CEC in the Representative Profiles of Paddy Lowland Gley Soils



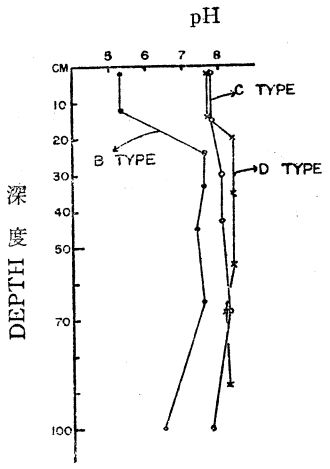
• C-2 草湖粘壤 Tsao-huC. L.
◦ C-6 中興坋壤 Chung-hsing Si. L.
×C-8 斗六坋粘壤土 Tou-lu Si. C. L.

圖12. 稻田低地冲積土有效矽及CEC在剖面之變化
Fig. 12. Distribution Pattern of Available SiO_2 and CEC in the Representative Profiles of Paddy Lowland Alluvial Soils



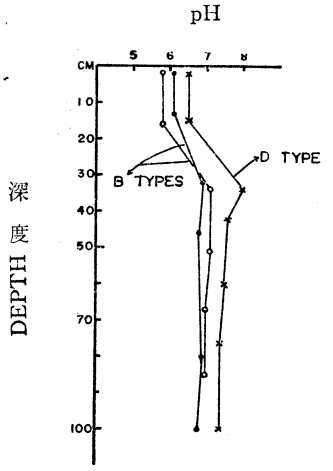
• C-1 霧峰粘壤 Wu-feng C. L.
◦ C-7 營盤粘土 Ying-pang C.
×C-9 振興坋粘土 Chen-hsing Si. C.

圖13. 極暗灰棕水稻土pH在剖面之變化
Fig. 13. Types of pH change along a profile of Very Dark Gray Brown Aquorizems



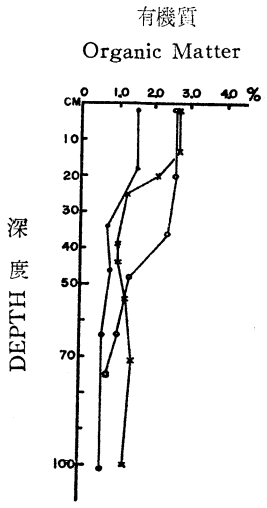
• C-3 頂勝坋壤 Ting-lao Si. L.
◦ C-4 南平粘壤 Nan-ping C. L.
×C-5 南港舊坋壤Nan-kan-chiu Si. L.

圖14. 稻田低地灰粘土 pH 在剖面之變化
Fig. 14. Types of pH change along a profile of Paddy Lowland Gley Soils



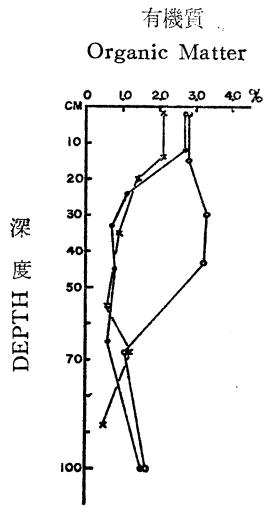
• C-2 草湖粘壤 Tsao-huC. L.
◦ C-6 中興坋壤 Chung-hsing Si. L.
×C-8 斗六坋粘壤土 Tou-lu Si. C. L.

圖15. 稻田低地冲積土 pH 在剖面之變化
Fig. 15. Types of pH change along a profile of Paddy Lowland Alluvial Soils



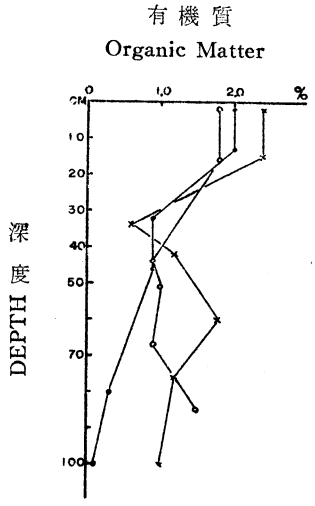
• C-1 霧峰粘壤 Wu-feng C. L.
◦ C-7 營盤粘土 Ying-pang C.
×C-9 振興坋粘土 Chen-hsing Si. C.

圖16. 極暗灰棕水稻土之深度與有機質
Fig. 16. The Depth and Organic Matter Content of the Very Dark Gray Brown Aquorizems



• C-3 頂勝坋壤 Ting-lao Si. L.
◦ C-4 南平粘壤 Nan-ping C. L.
×C-5 南港舊坋壤Nan-kan-chiu Si. L

圖17. 稻田低地灰粘土之深度與有機質
Fig. 17. The Depth and the Organic Matter Content of the Paddy Lowland Gley Soils



• C-2 草湖粘壤 Tsao-hu C. L.
◦ C-6 中興坋壤 Chung-hsing Si. L.
×C-8 斗六坋粘壤土 Tou-lu Si. C. L.

圖18. 稻田低地冲積土之深度與有機質
Fig. 18. The Depth and the Organic Matter Content of the Paddy Lowland Alluvial Soils

圖19：1 草湖粘壤X光繞射線圖之一

Fig. 19：1 The representative diffractograms of Tsao-hu clay loam part one

圖19：2 草湖粘壤X光繞射線圖之二

Fig. 19：2 The representative diffractograms of Tsao-hu clay loam part two

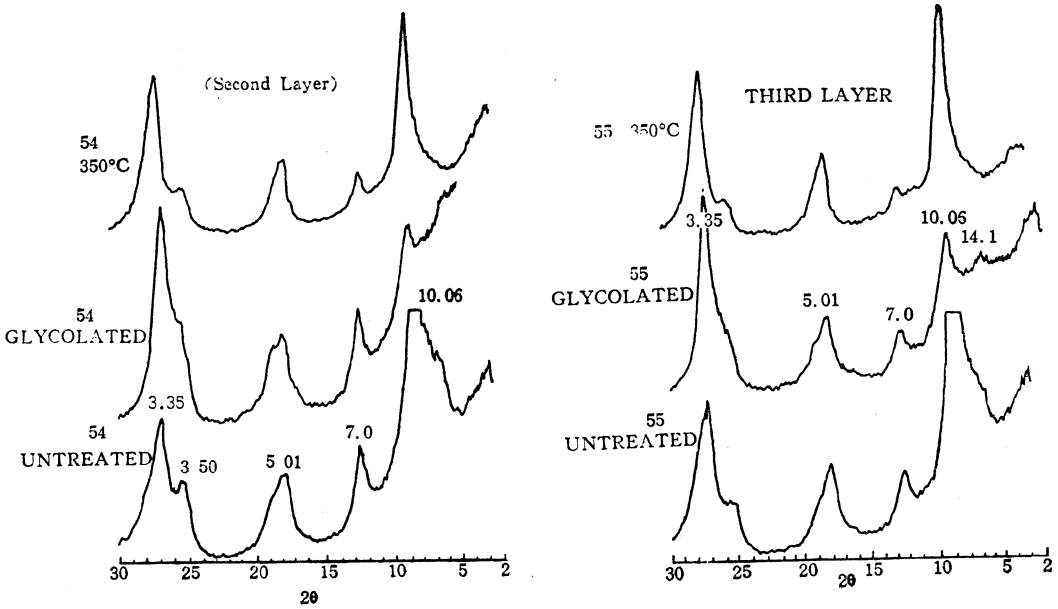


圖19：3 草湖粘壤X光繞射線圖之三

Fig. 19：3 The representative diffractograms of Tsao-hu clay loam part three

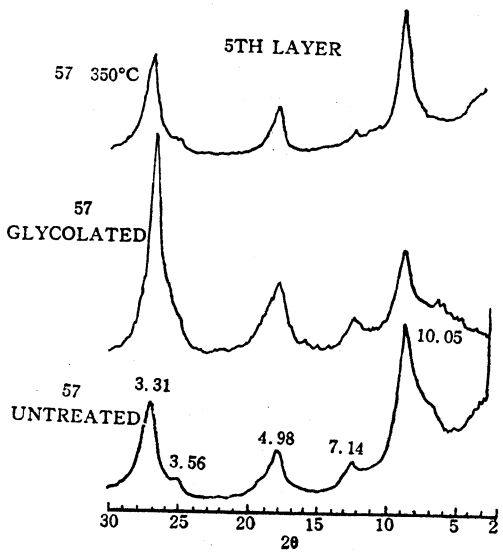


圖20：1 南港舊坌壤土X光繞射線圖之一

Fig. 20：1 The representative diffractograms of Nan-kan-chiu silty loam part one

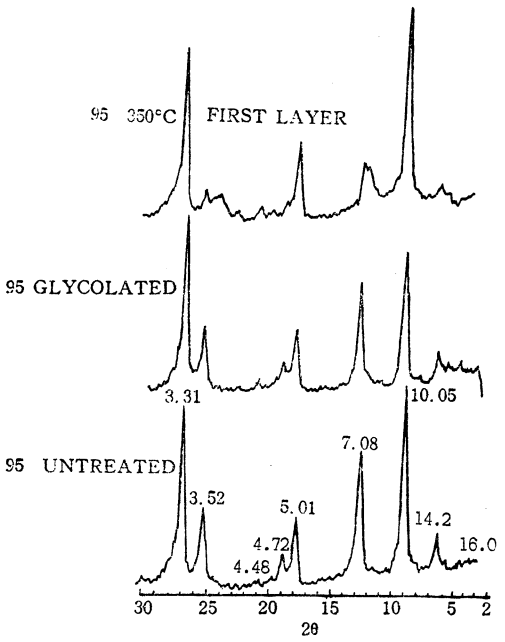


圖20：2 南港舊坌壤土X光繞射線圖之二

Fig. 20：2 The representative diffractograms of Nan-kan-chiu silty loam part two

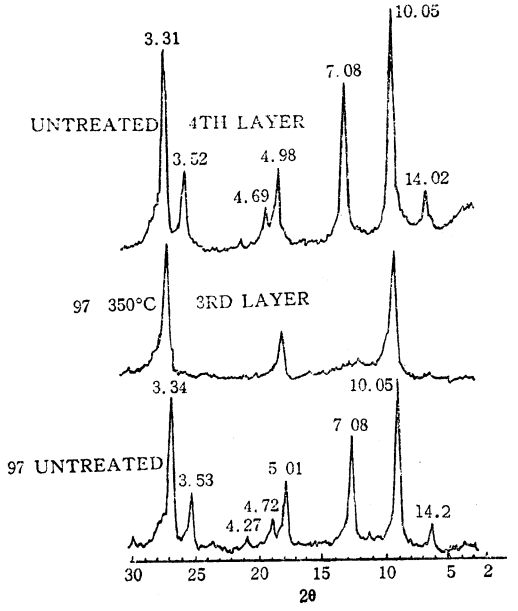
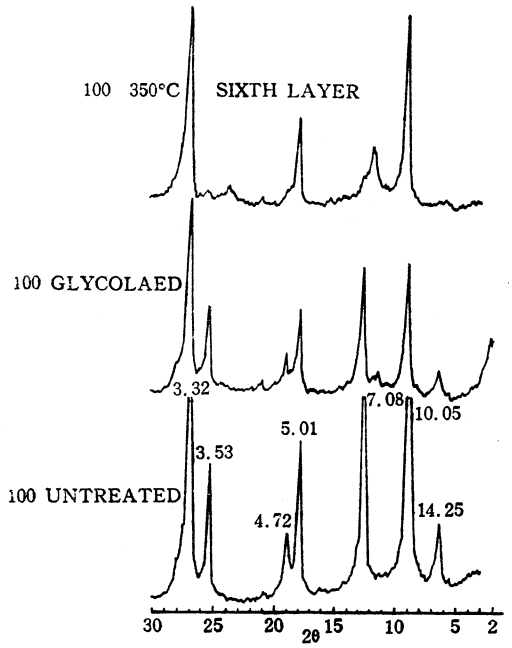


圖20：3 南港舊坌壤土X光繞射線圖之三

Fig. 20：3 The representative diffractograms of Nan-kan-chiu silty loam part three



中部粘板岩冲積土性質與水稻生長及產量之關係研究[1]

李子純、李顯琨、林家棻[2]

前　言

水稻的生長及產量受環境因素影響極大，此等環境因素可大別爲二類：即物理的及人爲的。物理因素包括氣候與土壤；人爲因素則包括品種、肥料、灌溉及病蟲害防治等。

水稻因生長於浸水土壤中，對土壤的一些特性不如旱作敏感。日本學者認爲影響水稻產量最大的土壤性質爲其陽離子交換能量(9)；爪哇學者認爲水稻產量受土壤母質及土壤新舊影響較大(6)。一般文獻指出當土壤中粘粒含量高（40～60%），粘土礦物爲2：1型者，有機物含量中等，但腐植度高，而排水良好時，其水稻產量必高(5)。

本省中部濁水溪流域，土壤均屬於粘板岩冲積土，其坋粒含量高，土壤反應呈中性至微碱性(1)。由於土壤肥沃，氣候適宜，故爲本省重要農作區域。該區土壤雖一般生產力極高，但據最近調查結果(11)，偶有部份地區則否，究其原因，除部份由於排水不良外，應與土壤性質有關。

由此，本試驗乃選取濁水溪流域內彰化縣之溪州與田尾，以及雲林縣之北斗與西螺四鄉鎮，每鄉鎮各依當地水稻產量之高低選取二處，共八處，其中包括粘板岩新、舊冲積土壤，同時進行田間及溫室水稻盆栽試驗（本報告僅包括盆栽部份）。盆栽因係在相同排水情況下進行，可去除田間因排水及滲濾不同所導致對水稻之影響，故藉本試驗可明瞭不同類別土壤及其性質與水稻生長及產量的關係。

試　驗　方　法

一、土壤：本試驗所用土壤採自溪州、西螺、田尾及北斗四鄉鎮，共八處。

二、溫室盆栽試驗：

1.每盆用土10公斤，各土壤分施肥與不施肥二處理，每重複共8×2＝16盆，計5重複，共80盆，其中2重複計32盆，內植水稻，專供生長期中採取植株樣本供植物分析用；另3重複計48盆，則供生育觀察，產量記錄，並於盆底側裝玻璃管，備生長期中採集土壤溶液用。

2.設計及施肥量：各盆依完全逢機法分8行排列於溫室內，其施肥量一期作爲 N 100 ppm，P 50 ppm，及 K 100 ppm。氮肥以硫銨分基肥及5次追肥施入；鉀肥以氯化鉀分基肥及追肥二次施入；磷肥則以基肥一次施入（過磷酸鈣）。二期作除鉀肥改爲 50 ppm 作基肥一次施入外，餘與一期作同。

三、記錄項目：

1.植物分析　水稻生育期中，分別在其分蘖盛期、分蘖最高期及幼穗形成期採取植株三次，作植物分析。並於收穫後作穀與藁的分析，項目包括 N、P、K、Ca、Mg、Fe、Mn及 Si等。

2.土壤分析　各土壤在試驗前先作一般性質分析，項目包括：PH, O.M., Texture, available P, K, active Fe, Mn, CEC 及 exchangeable K, Ca , Mg等。

1試驗報告農試字第六七八號。

2臺灣省農業試驗所技士、技術員、技正。

3.土壤溶液分析　自插秧時起至抽穗時止，每隔兩星期自試驗盆底側玻璃管採集土壤溶液，作下列項目分析：PH, Total organic acid, HCO^-_3, NH^+_4, P, K, Ca, Mg, Fe^{2+} 及 Mn^{2+}。

4.生長期間觀察並記錄其生長狀況，收穫後記錄其穀、藁產量。

試驗結果與討論

一、土壤性質　試驗用土壤性質分析結果，及其採取地點，所屬土系與試驗代號，如表1。（下頁）

二、水稻生長情形與產量：

1.水稻生長情形　一期作係於62年3月9日插秧、二星期後部份秧苗呈現黃萎病症狀，且病株日益增加，至四星期時因覺病害無法挽救，即將移植四週之秧苗拔除，於4月5日重插，品種爲臺中65號，每盆插苗4株。一期作於8月7日收割，因插秧期過遲，生長及產量均不如理想。

一期作生長期中，自始即以西螺東興里（4號土）與溪州東州村（2號土）兩土壤內水稻生長較佳，分蘖較多，至分蘖盛期時（插秧後約49日）此二土壤內分蘖情形較其他土壤更佳，而以田尾溪頂里（5號土）及西螺茄苳里（3號土）二土壤內水稻生長情形最差，分蘖最少，至分蘖最高期時（插秧後約67日）情形仍復如是。

二期作於8月13日插秧，品種爲臺南5號，於12月17日收割。二期作生長情形仍與一期作近似，即4號及2號土生長最佳，5號及3號土最差。

2.穀、藁產量　兩期作產量及其構成因素列於表2。一期作穀產量以4號及2號土居首，而以3號及5號土產量最低。

一期作穀／藁比均在0.23至0.26之間，較通常穀／藁比低落甚多，且二期作平均產量較一期作約高30%，此與本省普通水稻一、二期作產量高低之趨勢適相反，係由於本試驗一期作第一次插秧後罹病害，重新插秧，日期過遲所致，因此其結實率亦異常低落。

三、土壤溶液內養分供應情形與水稻產量之關係

1.養分供應情形　爲明瞭土壤溶液內養分之供應情形與水稻生長及產量之關係，兩期作均自插秧日起至抽穗時止每兩星期自盆底側之玻璃管，以預充氮氣之 250 ml三角瓶採集土壤溶液樣本，作物理及化學測定。

不同土壤各測定項目之變化情形大致相同，僅濃度高低不同。茲以產量較高的西螺東興里土壤（4號土）施肥處理爲例，圖示其一、二期作水稻生長期內土壤溶液各項化學元素含量變化情形。

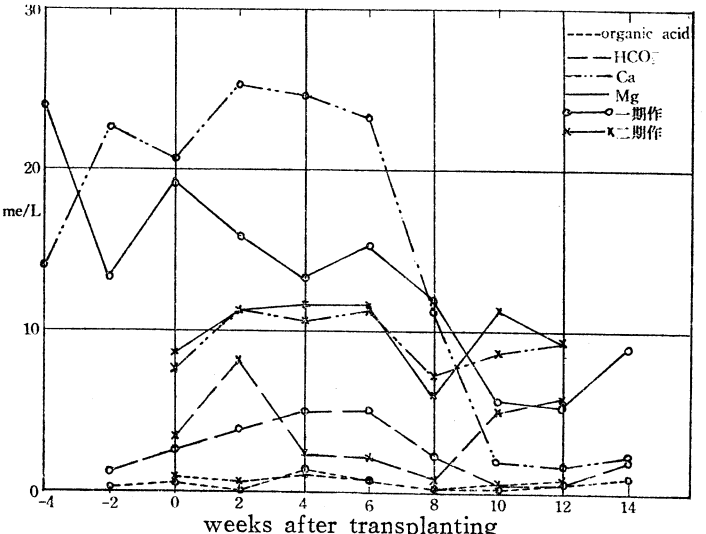


Fig. 1. Kinetics of total organic acid, HCO^-_3, Ca^{2+} and Mg^{2+} in the soil solution

圖1示Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO^-_3及Total organic acid之變化，其中以 Ca^{2+}, Mg^{2+}的含量最高，且一期作較二期作約高一倍，兩期作中其含量均在插秧後第6～8星期急速降低。Organic acid爲四項目中含量最低者，幾均在 1me/L以內。HCO^-_3含量各土壤間差異較大，表3即以含量較低的4號土與含量較高的5號及8號土施肥處理所作之比較

表1. 供試土壤性質

採取地點及農戶姓名		所屬土系	母質及排水情形	試驗代號	pH	O. M.	Available		Exchangeable+ Soluble meq/100			CEC	Available Mn	Active Fe	%			Texture
						%	Pppm (Bray)	Kppm (Mehlich)	K	Ca	Mg	meq/100	ppm	%	Sand	Clay	Silt	
溪	成功村 鄭水枝	二林系 (Eh)	粘板岩老冲積土排水不完全	1	7.10	3.07	20	21	0.08	7.50	2.05	8.0	52	0.90	11	30	59	SiCL
州	東州村 黃秋水	王功系 (Wg)	粘板岩老冲積土排水良一尙良	2	6.20	2.18	42	42	0.12	7.50	1.34	9.4	204	0.88	35	26	39	L
西	茄苳 廖學發	鹿港系 (Lu)	粘板岩老冲積土排水不完全	3	7.50	3.43	6	35	0.12	17.50	2.16	12.0	110	1.28	9	40	51	SiCL
螺	東興里 林元鴻	萬興系 (Wh)	粘板岩老冲積土排水不完全	4	6.30	3.03	87	99	0.34	7.15	2.05	11.7	30	0.95	23	30	47	CL
田	溪頂里 陳文標	萬興系 (Wh)	粘板岩老冲積土排水不完全	5	7.80	2.93	34	34	0.14	22.40	3.17	12.0	80	1.05	13	40	47	SiCL
尾	睦宜村 蕭秋蓮	田中央系 (Ty)	粘板岩老冲積土排水不完全	6	7.40	2.25	37	19	0.06	8.50	1.79	9.2	112	1.05	33	32	35	CL
北	中寮里 顏林清	鹿港系 (Lu)	粘板岩老冲積土排水不完全	7	7.40	2.87	42	50	0.18	16.50	2.43	7.3	134	1.21	15	36	49	SiCL
斗	北斗橋 謝萬里	濁水系 (Co)	粘板岩新冲積土排水良	8	7.35	2.60	27	20	0.06	9.25	1.56	8.2	60	0.95	57	0	43	SL

表2. 產量及構成因素

土號	處理	一期作 穀重	一期作 藁重	一期作 穗數	一期作 每穗粒數	一期作 結實率	一期作 千粒重	二期作 穀重	二期作 藁重	二期作 穗數	二期作 每穗粒數	二期作 結實率	二期作 千粒重
1.	F_0	9.48	31.60	11.67	68.49	52.79	22.46	7.9	10.30	5.7	94.86	65.29	22.38
	F	19.87	76.63	18.67	93.43	51.44	22.14	25.29	36.80	17.0	79.69	82.06	22.75
2.	F_0	11.84	31.90	11.33	79.29	58.37	22.58	10.45	11.80	7.7	66.53	87.84	23.22
	F	21.30	89.87	22.33	90.03	49.16	21.55	28.47	45.50	22.3	60.52	91.72	23.00
3.	F_0	7.61	33.10	12.33	60.99	46.59	21.72	8.16	9.20	5.0	94.54	77.64	22.23
	F	13.43	74.87	16.00	80.23	48.64	21.51	21.38	26.20	14.7	73.03	88.33	22.55
4.	F_0	13.44	45.97	13.00	78.33	58.59	22.53	12.74	13.90	9.7	66.63	86.54	22.78
	F	27.30	114.13	24.33	101.38	51.36	21.55	30.41	47.90	23.3	65.25	88.07	22.71
5.	F_0	4.40	21.70	5.67	81.78	44.43	21.36	8.89	8.80	5.0	84.60	89.83	23.39
	F	12.95	55.47	13.33	89.10	47.94	22.75	25.14	23.70	14.3	79.48	91.97	24.05
6.	F_0	7.29	32.30	10.33	76.67	41.83	22.00	10.20	11.40	6.3	83.02	84.32	23.13
	F	17.27	80.07	16.00	127.90	39.75	21.33	29.85	34.50	18.3	77.69	91.09	23.05
7.	F_0	9.63	40.37	11.67	88.86	40.28	23.06	11.14	11.40	7.0	77.06	88.19	23.43
	F	19.43	80.33	16.67	114.82	45.99	22.07	30.73	33.80	17.0	86.75	89.22	23.36
8.	F_0	8.13	35.80	11.67	78.41	38.33	22.88	9.24	10.00	7.0	75.90	78.35	22.20
	F	17.96	74.37	17.00	108.92	43.92	22.08	26.79	27.90	16.3	78.91	87.85	23.71

表3. 土壤溶液內 HCO_3^- (me/L) 含量之比較

Soil No.	插秧後週數														
	一期作								二期作						
	0	2	4	6	8	10	12	14	0	2	4	6	8	10	12
4.	2.74	3.90	5.12	5.10	2.36	0.61	0.61	1.95	3.56	8.21	2.52	2.28	0.94	5.11	5.83
5.	6.05	9.00	11.95	13.91	18.74	23.66	24.41	22.99	8.46	13.16	6.10	8.28	10.60	18.45	19.67
8.	12.42	18.16	22.86	18.92	18.85	14.08	18.47	22.49	8.07	18.64	9.34	14.67	5.97	18.59	16.75

圖2示 pH 、Fe^{2+} 及 K 的變化：兩期作中 PH 變化相差不大，各土壤於插秧六星期後，其PH均在6.2至7.3之間。Fe^{2+} 在兩期作中含量的變化恰相反，一期作由低升高，二期作則反是（因一期作收穫後不久，土壤尚未完全乾燥時二期作即行插秧）。K 則一期作遠高於二期作。圖2所示之4號土爲八個土壤中含鉀量最高者，茲將其與含鉀較低的3號土比較於表4.（均爲施肥處理）：

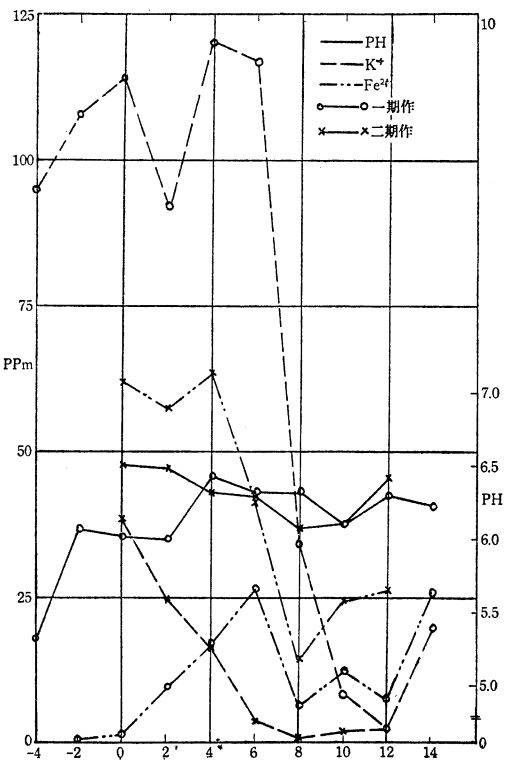


Fig. 2. Kinetics of pH values, K^+ and Fe^{2+} in the soil solution

表4. 土壤溶液內鉀 (K ppm) 含量之比較

Soil No.	插秧後週數														
	一期作								二期作						
	0	2	4	6	8	10	12	14	0	2	4	6	8	10	12
4.	113.7	91.3	120.0	117.0	34.0	8.3	2.5	20.0	38.0	24.3	16.3	3.7	1.0	2.0	2.3
3.	11.6	9.8	12.2	14.7	10.1	3.6	2.0	1.9	13.8	10.9	8.3	3.1	1.6	1.3	1.6

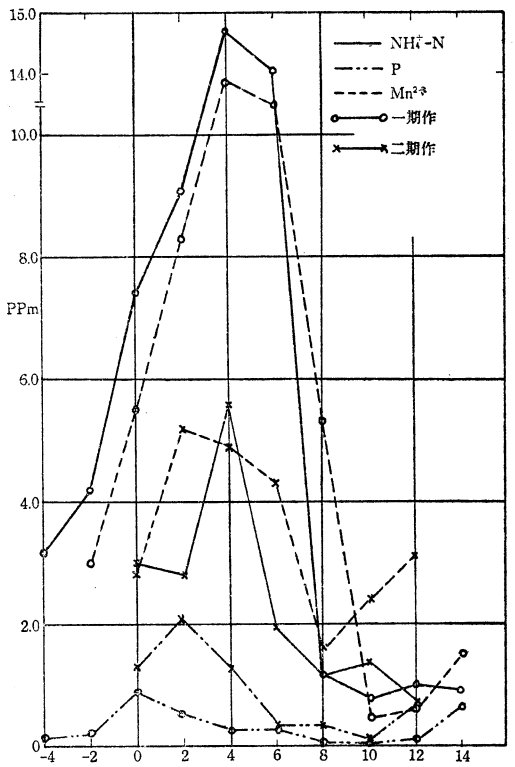
圖3示N、P及 Mn^{2+}的變化：兩期作中N及 Mn^{2+} 的變化極相似。一期作插秧後四星期，N 及 Mn^{2+} 均達最高濃度，至六星期時，又同時急劇降低，其後變化即不大；二期作則在插秧後2～4星期達最高，其後即行降低。二者在一期作時的濃度約2～3倍於二期作。但2號及7號土中 Mn^{2+} 的濃度則二期作較一期作爲高，其他各土壤爲一期作較高，但差距不如圖3所示4號土大。P的濃度二期作較一期作略高。

2.土壤溶液內養分供應情形與水稻產量之關係（表5）：PH：本試驗所用土壤之 PH 範圍在6.2～7.8之間，部分屬於鈣質土壤 (Calcareous Soil) 。由兩期作穀產量與土壤溶液內不同時期 PH 之關係計算結果，大部分時期均呈顯著之負相關關係，知本試驗所用土壤之 PH 範圍內， PH 值對水稻之生長及產量確有極大之影響。實際上 PH 本身對作物之影響並不大，而是由於 PH 影響土壤溶液內其他元素之含量，間接影響及於作物之生長。表6顯示本試驗中，土壤溶液內PH與 NH_4^+、K 及 Fe^{2+} 的含量，均呈顯著的負相關關係；而與 HCO_3^-、Ca^{2+}及 Mg^{2+} 的含量則呈顯著的正相關關係。

表6更可說明一期作中，PH 值高的土壤，含 HCO_3^-、Ca^{2+}及 Mg^{2+}即高，而 K及 Fe^{2+} 的含量則低，因而影響其生長及產量；二期作中，則 P H 高的土壤，其 HCO_3^-、Ca^{2+}及Mg^{2+} 的含量亦高，而 NH_4^+及 Fe^{2+} 的含量則低，因此對水稻生長不利。

NH_4^+:在一期作插秧後4～6星期，相當於分蘖盛期開始時，溶液中 NH_4^+ 含量與穀產量呈極顯著的正相關關係，依圖6.，此時溶液中 NH_4^+的濃度在 3ppm 以上時，即可獲中等產量。二期作前期因氣溫較高，水稻發育快，植物性生長期短，插秧後四星期時約爲分蘖最盛期，此時溶液內 N 的含量與產量關係亦最密切。四星期後 N 的含量即漸與水稻產量呈負相關關係（然未達顯著標準）。

P: 土壤溶液內 P 的濃度，在一期作插秧後四星期時與稻穀產量成顯著正相關關係。二期作則在插秧後8～10星期時與穀產量成顯著的負相



weeks after transplanting

Fig. 3. Kinetics of NH_4^+—N, P and Mn^{2+} in the soil solution

表 5. 土壤溶液內化學成分含量與稻穀產量之關係

項目 \ 期作別 / 插秧後週數	一期作 −4	一期作 −2	一期作 0	一期作 2	一期作 4	一期作 6	一期作 8	一期作 10	一期作 12	一期作 14	二期作 0	二期作 2	二期作 4	二期作 6	二期作 8	二期作 10	二期作 12
pH	−0.434	−0.464	−0.523*	−0.551*	−0.456	−0.559*	−0.613*	−0.646**	−0.794**	−0.887**	−0.217	−0.435	−0.530*	−0.718**	−0.733**	−0.504*	−0.655**
NH_4^+	−0.378	0.461	0.419	0.366	0.659**	0.818**	0.014	−0.098	−0.182	−0.319	0.372	0.172	0.657**	−0.071	−0.441	−0.465	−0.225
P	0.168	0.123	0.448	0.452	0.541*	0.450	−0.246	−0.220	−0.223	−0.048	0.270	0.004	−0.166	−0.424	−0.634**	−0.567*	−0.407
K	0.538*	0.426	0.445	0.460	0.483	0.580*	0.315	−0.010	−0.068	0.093	0.385	0.188	0.239	−0.011	−0.382	−0.364	−0.295
Fe^{2+}	—	0.006	−0.129	0.113	0.333	0.317	−0.275	−0.189	−0.361	−0.169	0.107	−0.147	0.162	−0.065	−0.402	−0.470	−0.447
Mn^{2+}	—	0.507*	0.135	0.132	0.146	0.161	−0.318	−0.258	−0.460	−0.305	0.190	0.310	0.392	0.382	0.064	0.004	0.300
Ca^{2+}	0.159	0.152	0.037	0.037	0.128	0.162	−0.451	−0.268	−0.560*	−0.608*	0.369	0.443	0.230	0.307	−0.214	−0.136	0.122
Mg^{2+}	0.271	0.068	−0.035	−0.139	−0.419	−0.111	−0.439	−0.649**	−0.741**	−0.776**	0.048	−0.073	−0.338	−0.421	−0.593*	−0.570*	−0.328
Total organic acid	—	0.189	−0.186	−0.290	0.214	−0.068	−0.377	−0.178	−0.245	−0.415	0.390	0.327	0.248	−0.447	−0.457	−0.414	0.124
HCO_3^-	—	−0.289	−0.236	−0.247	−0.236	−0.400	−0.662**	−0.729**	−0.790**	−0.782**	−0.403	−0.281	−0.800**	−0.659**	−0.730**	−0.645**	−0.560*

*5%顯著平準　　**1%顯著平準

表 6. 土壤溶液內 PH 與其他化學成分含量之關係

項目 \ 期作別 / 插秧後週數	一期作		二期作	
	6	10	4	8
NH_4^+	− 0.339	0.075	− 0.775**	0.480
P	0.216	− 0.111	− 0.167	0.428
K	− 0.523*	− 0.271	− 0.218	0.366
Ca^{2+}	0.546*	0.673**	0.317	0.525*
Mg^{2+}	0.676**	0.742**	0.318	0.664*
Total organic acid	− 0.030	− 0.084	− 0.483	0.038
HCO_3^-	0.735**	0.856**	0.689**	0.834**
Fe^{2+}	− 0.693**	− 0.210	− 0.625*	0.428
Mn^{2+}	− 0.156	0.364	− 0.040	0.260

*5 %顯著平準　　**1 %顯著平準

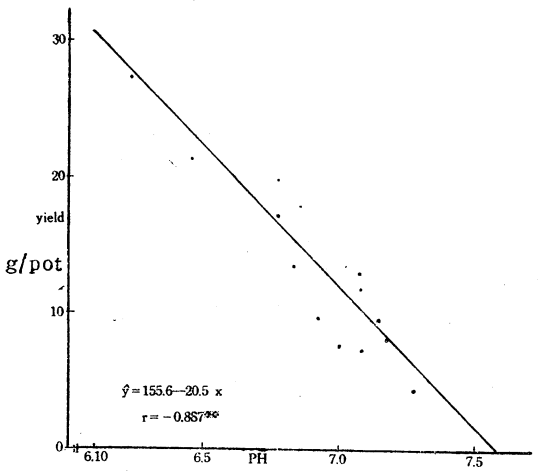


Fig. 4. Relationship between grain yield and the pH of soil solution at 14 weeks after transplanting

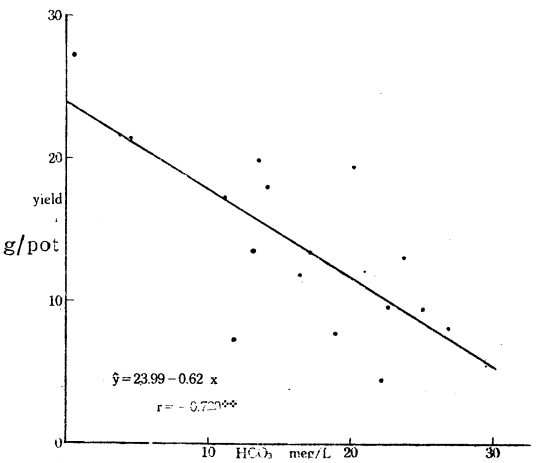


Fig. 5. Relationship between grain yield and HCO_3 content in the soil solution at 10 weeks after transplanting

關關係。此或由於該時期內水稻對 N 的需要量亦低，而水稻對 N、P 的吸收係呈正相關。

K: 溶液內 K 的含量，一期作以插秧後六星期時與穀產量關係最爲密切；二期作則產量與 K 的關係均未達顯著標準。

Fe^{2+}及Mn^{2+}: 一期作插秧後的前數星期 7 號及 5 號兩土壤內水稻葉片均呈黃化現象 (Chlorosis)。由土壤溶液測定結果，知此二土壤在此時期內氮的含量並不低，但 Fe^{2+} 的含量則在插秧後八星期

內均在 2ppm 以下。對水稻生長而言， Fe^{2+} 在 2ppm 以下時即屬不足 (2,7) ，對其發育應有影響，雖表3. 顯示在本試驗中，溶液內 Fe^{2+} 的含量與穀產量關係未達顯著標準。 Mn^{2+} 的含量與穀產量兩期作中亦無顯著關係。

Ca^{2+} 及 Mg^{2+}: 表3.顯示溶液中Ca^{2+}的含量，在一期作插秧後12～14星期內與稻穀產量成顯著的負相關關係； Mg^{2+} 則在一期作插秧後10～14星期，二期作 8～10星期內成顯著的負相關關係，此時期內過量的 Ca^{2+}、Mg^{2+}似足以嚴重阻礙水稻生長，而降低其產量。

Total organic acid: 本試驗中有機酸的濃度均不高（最高濃度爲 3me/L，亦僅出現短期間），故與稻穀產量沒有顯著的關係。

HCO^{-}_{3}:本試驗中，與水稻產量關係最大者，除土壤溶液 PH 值以外，即屬溶液中 HCO_3^- 的含量，鈣質土壤 (Calcareous soil) 中， PH 與 HCO^{-}_{3} 濃度關係密切，爲已知之事實 (3,10) 。表6亦顯示在本試驗中 ，土壤溶液 PH 與 HCO^{-}_{3} 幾全屬極顯著的正相關關係（圖 7.）。土壤溶液中 HCO^{-}_{3} 及 Ca^{2+} 的含量過高，能妨礙作物對鉀的吸收，而影響生長 (8) ，減低產量。

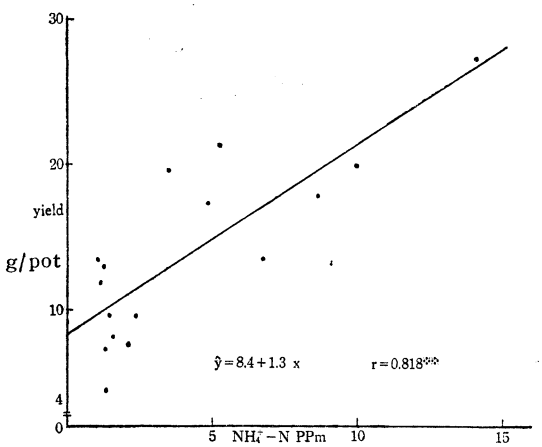


Fig. 6. Relationship between grain yield and NH_4^+ content in the soil Solution at 6 weeks after transplanting

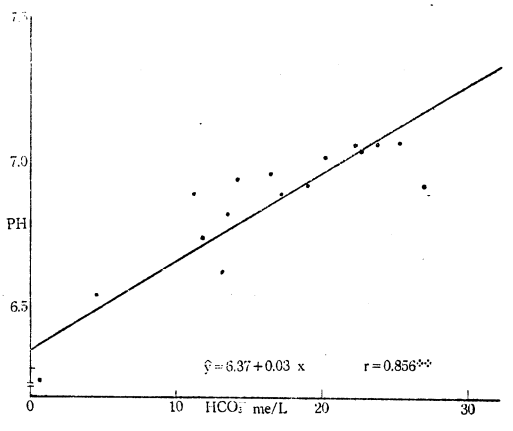


Fig. 7. Relationship between pH and HCO_3^- content in the soil solution at 10 weeks after transplanting

四、水稻生育期中養分含量與土壤溶液中相關元素濃度的關係

本試驗曾於一期作各主要生育期內採取植株樣本三次，作植物分析。茲將分析結果與同時期內土壤溶液中相關元素的濃度關係，說明如次：

1.植株中 K 的含量與土壤溶液中K^+、HCO_3^-、Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 含量的關係：

表7. 植株中 K 含量與土壤溶液中 K^+, HCO_3^-, Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 的關係

項目 \ 生育期	分蘖盛期	分蘖最高期	幼穗形成期
K+	0.319	0.325	0.331
HCO_3^-	− 0.534*	− 0.445	− 0.405
Ca^{2+}	− 0.124	0.106	− 0.055
Mg^{2+}	− 0.284	− 0.272	− 0.146

由上表知植株中含 K 量與土壤溶液中 K^+、Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 濃度的關係均不如 HCO_3^- 密切。HCO_3^- 與植株內 K 含量均呈負相關關係，雖僅分蘖盛期的關係達顯著標準，此可證明土壤中 HCO_3^- 確能阻礙水稻對鉀的吸收。

2.植株中 N、P 的含量與土壤溶液中 N、P 及 PH 的關係：

植株中 N 的含量僅在分蘖盛期時與土壤溶液中 NH_4^+ 含量成顯著正相關關係，而與 PH 無顯著關係（表8）。

表 8. 植株中 N,P 與土壤溶液中 N,P 及 PH 的關係

植株中	土壤溶液中	分蘖盛期	分蘖最高期	幼穗形成期
N	NH_4^+	0.524*	− 0.176	− 0.413
	pH	− 0.383	− 0.300	0.310
p	P	0.218	0.242	0.473
	pH	− 0.732**	− 0.670**	− 0.356

植株中 P 的含量與土壤溶液中 P 的含量關係均未達顯著標準，但與土壤溶液 PH 成極顯著的負相關關係，顯示在本試驗中， PH 較高的土壤內，作物對磷的吸收已受阻礙。此或由於此等 PH 較高的土壤，鈣含量亦高，而當 PH 在 7 以上時 ， 土壤中過量的鈣更能阻礙作物對磷的吸收及利用(4) 。

五、水稻穀、藁中三要素含量間的關係

本試驗曾於水稻收穫後，將穀、藁分別作植物分析，並計算 N、P、K三要素間的關係（表9），發現其中僅 N、P 在二期作藁中有顯著正相關關係，由此亦可解釋二期作中稻穀產量與土壤溶液中 P 含量（表 5）在插秧後 8 至10星期時呈顯著負相關關係的原因。該時期內土壤溶液中 NH_4^+含量亦與穀產量成負相關關係。

表 9. 水稻谷、藁中三要素含量間之關係

	一期作		二期作	
	穀	藁	穀	藁
NP	0.017	0.382	0.410	0.696**
NK	− 0.022	− 0.239	0.169	0.130
PK	0.424	0.081	0.003	0.261

結論與摘要

爲明瞭中部粘板岩冲積土性質與水稻生長及產量之關係，在濁水溪灌溉區域內溪州、田尾、西螺及北斗四鄉鎮，每鄉鎮各依當地水稻產量高低選取二處，共計八處，其中包括粘板岩新冲積土一及舊冲積土七，分屬六種不同土系，同時進行田間及溫室水稻栽培試驗。

溫室試驗分施肥與不施肥兩處理，共5重複，計8×2×5=80盆，依完全逢機法分8行排列於溫室內。其中2重複計32盆專供水稻生育期中採取植株，供植物分析用；另3重複則爲生育觀察，產量記錄，並於盆底側裝玻璃管，定期採取土壤溶液作物理化學測定。

分析項目除土壤一般性質測定外，並於水稻生長期中定期作土壤溶液及植株分析，以明瞭土壤養分供給量與水稻生長及吸收之狀況，收穫後稱量穀、藁重量，並作植物分析。

本試驗所用8土壤中，產量最高者爲西螺東興里、溪州東州村與北斗中寮里3土壤；最低者爲西螺茄苳里與田尾溪頂里土壤。一期作中，產量最高與最低者相差幾達一倍；二期作則僅達24%左右。

由水稻插秧後至出穗時止，每兩星期所作土壤溶液分析結果，知穀產量與土壤溶液中 PH 及 HCO_3^- 含量關係最爲密切，多呈顯著負相關關係。

本試驗所用土壤 PH 在6.2至7.8之間，部分屬於鈣質土壤（Calcareous soil），經浸水插秧六星期後，各土壤 PH 約在6.2至7.3之間，PH 差僅約1單位，PH 本身對作物生長影響並不大，但 PH 能影響土壤溶液中其他元素的含量，而間接及於作物的生長。由本試驗所得資料計算結果，知土壤溶液中 PH 與 HCO_3^- 及 Ca^{2+}、Mg^{2+} 含量成顯著正相關關係，而與 NH_4^+、K^+ 及 Fe^{2+} 含量則成顯著負相關關係。

由本試驗水稻生長期中所作植物分析結果與同時期內土壤溶液中各相關元素含量間的關係比較，知植物體內鉀含量與土壤溶液中 HCO_3^- 含量成顯著負相關關係，則本試驗中，土壤溶液內 HCO_3^- 含量確已達阻礙植物對鉀吸收的濃度。又植物體中磷的含量與土壤溶液中 PH 成極顯著負相關關係。顯示在本試驗中，PH 較高土壤內，作物對磷的吸收已受阻礙，此或由於當土壤在 PH 7以上，鈣的含量亦高，土壤中過量的鈣更能阻礙作物對磷的吸收及利用。

是則中部粘板岩冲積土部分低產地區的低產原因，應係由於水稻生長期中土壤溶液內所產生過量的 HCO_3^-、Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 所導致。

CHARACTERISTICS OF THE SLATE ALLUVIAL SOILS IN CENTRAL TAIWAN ASSOCIATED WITH THE GROWTH OF LOWLAND RICE

T. S. Lee Wang, H. K. Lee, C. F. Lin

SUMMARY

To evaluate soil characteristics of the slate alluvial soils in central Taiwan as related to the growth and yield of rice, a greenhouse experiment was carried out simultaneously with a field trail. Eight soils were selected from Cho Shui irrigation area, including both new and old slate alluvial soils belong to six different soil series (This report includes only the greenhouse experiment).

Two treatments (with and without fertilizer) with five replicates, a total of 80 pots were arranged in eight rows in a completely randomized design in the greenhouse. The fertilizers used in the first crop(April to August)were N, 100 ppm, P, 50 ppm, and K, 100ppm as ammonium sulphate, calcium superphosphate and potassium chloride respectively. It was the same in the second crop(August to December) except that of K was only 50 ppm.

The items analyzed in this experiment were soil properties, soil solution determination and plant analysis in both the vegetative and reproductive phase of the rice plant. After harvesting, the yield and yield components were recorded and the straw and grain were analyzed.

Of the eight soils used in this experiment, the highest yielding soils were soils No. 4, 2, and 7. The lowest were soils No. 3, and 5. The difference was much wider in the first than in the second crop.

A very significant negative correlation was found between grain yield and the pH values and HCO_3^- content in the soil solution in most of the sampling period.

The pH values of the eight soils used ranged from 6.2 to 7.8, some of them were calcareous soil. Six weeks after transplanting, the pH values were between 6.2 and 7.3, a difference of only 1 unit. Though pH *per se* generally is not regarded as an important factor in affecting plant growth, it influences the nutrient content in the soil solution, thus, affecting the growth and yield of the rice plant. It was found in this experiment that the pH values in the soil solution were significantly correlated with the HCO_3^-, Ca^{2+} and Mg^{2+} content in the soil solution, but negatively correlated with the NH_4^+, K^+ and Fe^{2+} content in the soil solution.

By comparing the relation between nutrient content in plant tissue during the course of plant growth and the related nutrients in the soil solution of the same period, it was found that the K content in the rice plant was negatively correlated with the HCO_3^- content in the soil solution. This shows that the HCO_3^- content in the soil solution of some of the soils in this experiment did reach the level to retard potassium uptake.

The phosphorus content in the rice plant was also found negatively correlated with

the pH values of the soil solution. Phosphorus absorption was retarded in some of the soils with higher pH values in this experiment. It is due to the fact that when pH values is above 7, the excess calcium may further hinder phosphorus absorption and utilization.

In conclusion, the low yield of some slate alluvial soils in central Taiwan may be caused by the abnormally high concentrations of HCO_3^-, Ca^{2+}, and Mg^{2+} produced during the course of rice growth.

參 考 文 獻

1. 王新傳 1969. 彰化縣土壤調查報告。
2. Aiyar, S. P. 1946. The place of minor elements in rice growing. Ind. Farming (7) : 11-14
3. Bear, F. E. 1960. Chemistry of the soil, p. 226
4. Buckman, H. O. and N. C. Brady, 1960. The nature and properties of soils , 6th Ed. p. 371
5. Chandler, R. F. JR. 1963. An analysis of factors affecting rice yield. International rice commission Newsletter, 41: (4)
6. Hauser, G. F. and R. Sadekin. 1956. The productivity of the soils of East Central Java based on the yields of sawahi rice.
   Pemberitaan Balai Basar Penhilidakan Pertanian, No. 144, Parts 1-4
7. Kapp, L. C. 1936. Study of relation of growth to nutrition of the rice plants. Ark. Agr. Exptl Sta. Bull. No. 335
8. Lian, S. and A. Tanaka. 1972. Calcarious soils in Pingtung area (Taiwan) in relation to the growth of Lowland rice. Soil Sci. and Plant Nutrition 18(1): 15-22
9. Matsuo, H. 1963. High yield of paddy rice and potash. Potash Review. Subject 9, Cereal crops. 8th Suite International Potash Institute, Berne, Switzerland.
10. Ponnamperuma, F. N. 1967. A theoretical study of aqueous carbonate equilibria. Soil Sci. 103(2): 90-100
11. 林家棨、陳春泉、李顯琨、王幼惠 (1974) 臺灣中部土壤特性與稻穀收量關係調查報告，農業研究二十三卷第三期。

甘藷逢機交配集團各連續世代之變異及平均表現之研究[1]

李　良[2]

摘要　利用32個無密切親緣關係，開花期良好之甘藷優良品種進行互交(Intercrossing)，將每親本交配所得種子，取等量混合之，以開始產生甘藷逢機交配育種集團。由甘藷逢機交配集團各連續世代所得之資料，探討各連續世代之開花及結實情形與數量性狀之變異及平均表現。

甘藷逢機交配集團各連續世代開花及結實情形均甚良好，各世代開花株數佔總株數百分率均甚高，在95.8～98.5%之間，各連續世代中，開花期均集中在10月至11月之間。在7個連續世代中，種子生產量變域爲108,004～321,537粒，每株平均種子數爲90～276之間，由此可知，甘藷逢機交配集團不因有不開花及結實問題，而受到影響。

一般言之，甘藷塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等4種性狀之變異情形，有隨世代不同而表現有增加之傾向。由綜合分析結果可知，7個連續世代之平均表現，以中間世代之平均值有明顯之增加，此顯示由中間世代(Intervening generations)中，選拔優良品系，可期獲得優良效果。

甘藷爲本省重要的自給飼料及輔助食糧作物，據統計栽培面積達23萬餘公頃，年生產量平均爲3,376,882公噸，每公頃平均生產量爲14.5公噸(1964～1972)[10]。因受土地資源之限制，栽培面積無法增加，故而今後增產方法，僅能着重於單位收量之增加及產品利用價值之提高。爲期達成此一目標，品種改良工作當爲一有效之途徑，故選育穩定性大、高收量及富含營養價值的新品種，有迫切之需要。

本省甘藷品種改良方法，係選擇優良品種互爲親本，進行人工雜交，此種改良方法，雖亦有優良品種之育成，但因限於人力及其他因素之關係，交配組合有限，故其選拔效率頗低，因此對新品種育成之速度，不無影響，故育種方法之研究，亟應加强，以利確立育種程序，以及各種重要性狀選育法與測定標準之釐訂，藉此增進選育優良品種之速度。

Jones, Alfred 氏[3]曾對甘藷育種，提供一種輪迴選擇法育種之程序，目的在使其染色體內及間之遺傳因子重新組合，並讓非相對因子間的交感作用(Non-allelic genes interaction)得以最大可能表現，並避免固定非相對因子間的交感作用之效果，以期增加變異，使獲得選拔優良品種之機會增多，藉此增進育種工作效率。本研究之目的爲探討甘藷逢機交配集團中，各連續世代開花及結實情形與數量性狀之變異性及平均表現，以期明瞭應用多向雜交方法對甘藷品種改良的效果。

試驗材料與方法

本研究係利用32個無密切親緣關係，且具有某種優良特性，開花期良好，或可利用嫁接方法調節開花期之優良品種，即(1) Violet Beauty, (2) Kiralangos, (3) Albuog, (4) Pili, (5) Kiragan, (6) 四川種36號，(7) 松陽 23號，(8) 瘠田種，(9) 紅心尾，(10) 永春五齒，

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676號。

2.臺灣省農業試驗所技正兼嘉義試驗分所所長。

(11) 臺農44號，(12) C252, ，(13) 臺農10號，(14) 臺農56號，(15) 臺農17號，(16) 鹿兒島，(17) 九州12號，(18) 農林4號，(19) 太白崎一號，(20) 猪菜種，(21) 圓葉仔，(22) 海鳥，(23) 新3號，(24) 缺葉早生，(25) 紅心粒，(26) 二十九號，(27) 白皮種，(28) 紅骨仔，(29) 樹薯接仔，(30) Onolena (31) White star, (32) Centennial 等進行互交(Intercrossing)，將每親本交配所得之種子中，分別逢機選取同量種子混合之，以開始產生甘藷逢機交配育種集團，自親本開始雜交以後之各世代中，均用逢機方法由每株採收所得種子中選取同量種子混合之，作爲次一世代之用，每世代植株數在1,000～1,500株之間，種植於隔離地區，由昆虫媒介自由受粉，在每世代交配圃四週均放置四箱蜜蜂，以期增加逢機交配受粉機會。每世代交配圃均於7月間種植，各世代均調查開花期開花數與種子數量等。至1972年，已完成7個連續世代（1～7世代）。在1至7世代所得種子中，每世代又各分別逢機選取 500粒種子，在田間培育實生苗，以供進行變異性及平均表現試驗。此項試驗分別在本分所及水源地試驗地兩處舉行，採用逢機完全區集設計，試區行長8公尺，2行區，每試區植藷苗24株，每重複內包括1～7世代後裔與臺農44號及紅心尾兩個對照品種，行距100公分，株距30公分，重複10次。植期均在八月間，生育期150天。試地爲砂質壤土，前作爲綠肥，生育期中灌溉一次。收穫時，各分別測定單株甘藷莖葉重、塊根重、每個塊根均重及塊根個數等。試驗資料之分析，則以試區爲單位，以其平均值分別作變方分析，測定各世代平均值差異顯著性；並又將各性狀單株測定資料，作頻度分佈圖。今將各項分析所得結果分別說明於下。

試驗結果與討論

(一) 各連續世代開花及結實情形比較：

今將甘藷逢機交配集團各連續世代開花期、開花株數及結實情形列示比較如表1。

表 1. 甘藷逢機交配集團各連續世代開花株數率及種子數量之比較

Table 1. The percentage of plants in flower and the number of seed in seven succession generations of a randomly intermating sweet potato population.

世代別 Generations	9月 September		10月 October			11月 November			12月 December		
	中旬 11—20	下旬 20—30	上旬 1—10	中旬 11—20	下旬 21—31	上旬 1—10	中旬 11—20	下旬 21—30	上旬 1—10	中旬 11—20	下旬 21—31
1	—	2.0	5.1	20.4	25.7	28.8	15.1	2.7	0.2	—	—
2	—	1.8	10.3	17.1	15.9	18.0	15.5	13.0	5.5	1.7	0.9
3	0.2	1.8	8.9	17.7	18.8	10.0	17.0	13.2	4.3	3.9	3.2
4	—	2.5	10.5	14.9	12.5	21.5	15.9	11.5	9.5	0.6	0.3
5	—	1.0	3.3	7.7	22.6	15.1	34.1	13.8	1.3	0.7	0.2
6	—	0.5	3.8	19.4	17.8	15.4	15.4	15.8	6.5	3.7	1.6
7	5.2	5.1	10.2	11.6	13.6	23.9	19.7	5.8	2.2	1.7	0.6

世代別 Generations	1月 January 上旬 1—10	1月 January 中旬 11—20	開花株數佔總株數% Percentage of plants in flower	不開花株數佔總株數% Percent of non-flowering plants	種子總生產量（粒） Total seed production	每株平均種子數 Average number of seeds per plant
1	—	—	98.5	1.5	156,846	199
2	0.3	—	96.5	3.5	321,537	276
3	0.5	0.5	96.7	3.3	159,256	122
4	0.2	0.1	96.4	3.6	240,400	206
5	0.2	—	97.6	2.4	108,004	90
6	0.1	—	95.8	4.2	230,815	185
7	0.3	0.1	96.0	4.0	188,000	156

由上表所得結果觀之，可知甘藷逢機交配集團各連續世代間開花情形均甚良好，7個連續世代（1至7）開花株數佔總株數百分率均甚高，在95.8%～98.5%之間，不開花株數佔總株數百分率均極低，在1.5%～4.2%之間。各世代中開花期均集中在10月至11月之間，第1世代在10月上旬～11月下旬之開花株數佔總株數97.8%，其開花期自9月下旬至12月上旬；第2世代至第7世代在10月上旬至11月下旬之開花株數佔總株數率分別爲89.8%，85.6%，86.8%，96.6%，87.6%及84.8%，其開花期自9月中旬至1月中旬之間。在7個連續世代中，種子總生產量爲108,004～321,537粒之間，每株平均種子數爲 90～276粒。由上述結果比較之，可知在嘉義地區自然環境條件下，各世代開花均爲正常，且開花期尙爲一致，故甘藷逢機交配集團，不因有不開花及結實問題而受到影響。據 Martin及Jones [6] 兩氏在美國喬其亞及波多黎各研究甘藷逢機交配6個連續世代開花及結實情形結果，每世代開花株數率及種子生產量有增加趨向，此與本研究所得結果，各世代不因有不開花及結實之問題，使甘藷逢機交配集團受到影響之情形，大致相同。

（二）各連續世代數量性狀之變異及平均值差異

今將甘藷逢機交配集團第2世代、第4世代及第7世代之塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數之頻度分佈情形比較如圖1、2、3及4。

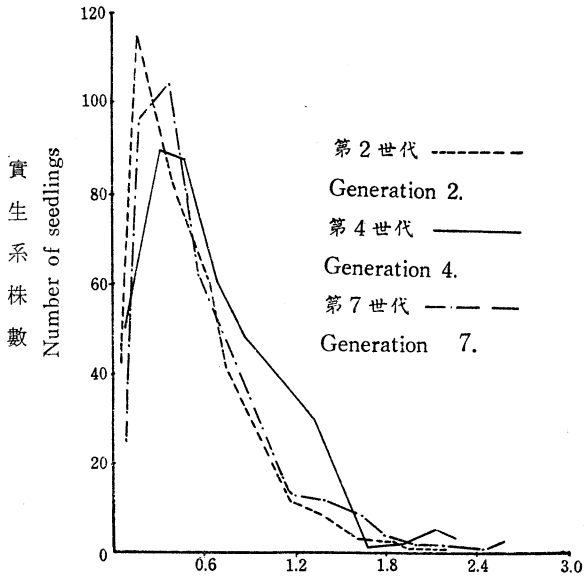


圖1. 甘藷逢機交配集團第2、第4及第7世代塊根重之頻度分佈。 塊根重第2世代之變域爲 0.04−2.4=2.36，平均值爲0.550，標準機差爲 0.3684；第4世代之變域爲 0.04−2.25=2.21，平均值爲0.624，標準機差爲0.4286；第7世代變域爲0.04−2.60=2.56，平均值爲 0.551，標準機差爲0.4221。

Fig. 1. Frequency distribution of fresh root wt. for generations 2.4 and 7 of a randomly intermating sweet potato population.

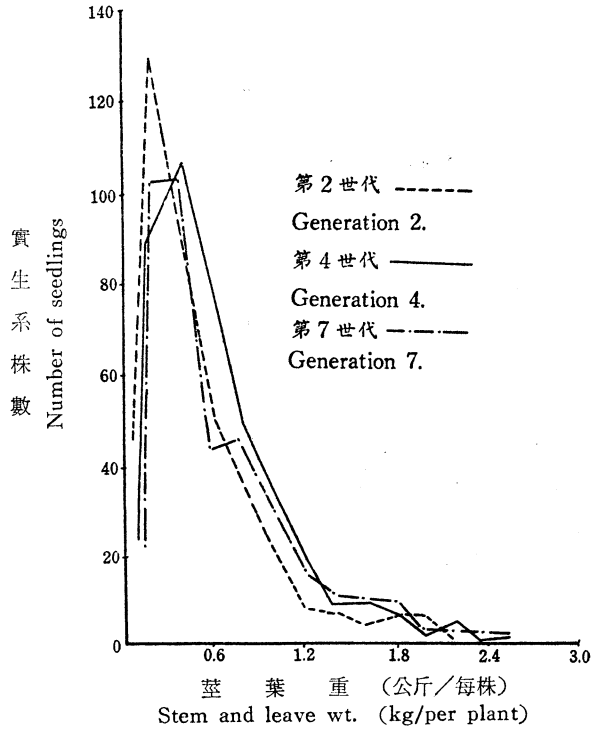


圖 2. 甘藷逢機交配集團第 2、第 4 及第 7 世代莖葉重之頻度分佈。 莖葉重第 2 世代變域爲 0.02−2.3=2.28，平均值爲0.604，標準機差爲 0.4223；第 4 世代之變域爲0.02−2.65=2.63，平均值爲0.724，標準機差爲 0.4332；第 7 世代變域爲0.02−2.54=2.52，平均值 0.605，標準機差爲0.6314。

Fig. 2. Frequency distribution of stem and leave wt. for generations 2、4 and 7 of a randomly intermating sweet potato population.

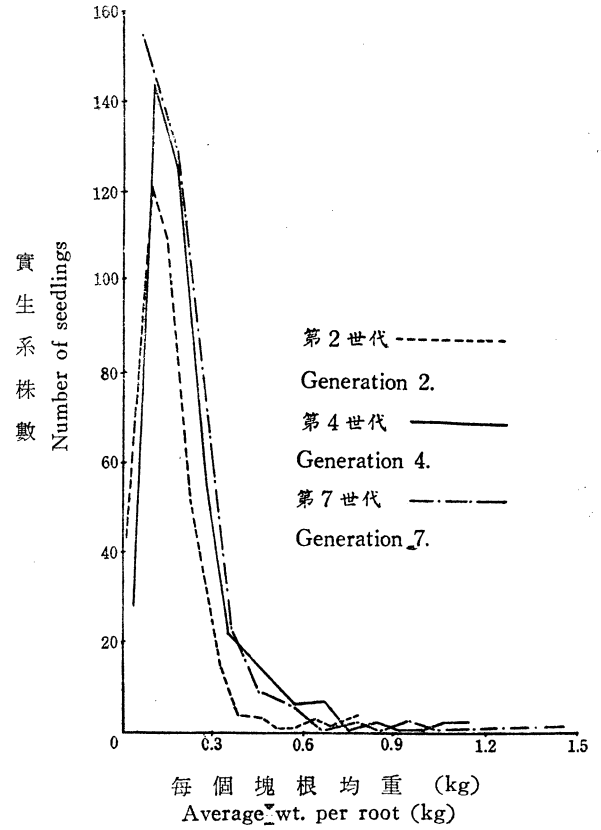


圖 3. 甘藷逢機交配集團第 2、第 4 及第 7 世代每個塊根均重之頻度分佈。每個塊根均重第 2 世代之變域爲0.01−0.77=0.76，平均值爲 0.151，標準機差爲 0.1063；第 4 世代變域爲 0.02−1.14=1.12，平均值爲 0.182，標準機差爲 0.1466；第 7 世代變域爲 0.02−1.48=1.46，平均值爲 0.169，標準機差爲 0.1378。

Fig. 3. Frequency distribution of average wt. per root for generations 2、4 and 7 of a randomly intermating sweet potato population.

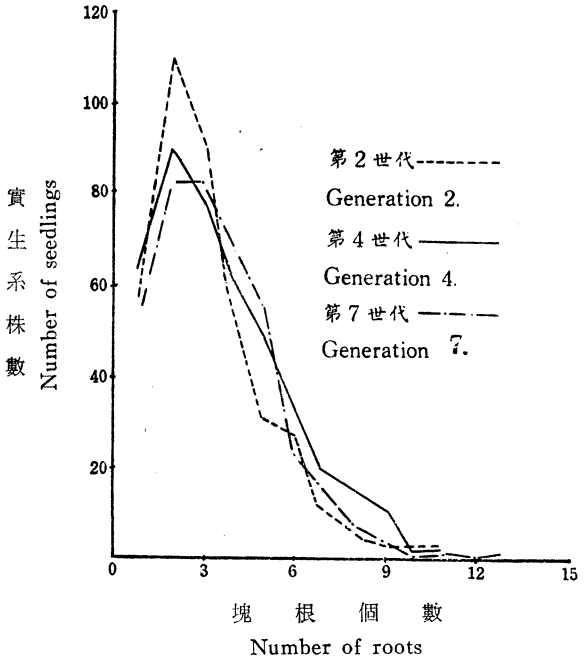


圖4. 甘藷逢機交配集團第2、第4及第7世代塊根個數之頻度分佈。 塊根個數第2世代之變域爲1－11＝10，平均值爲3.235，標準機差爲1.9789；第4世代變域爲1－11＝10，平均值爲3.685，標準機差爲2.1925；第7世代變域爲1－13＝12，平均值爲3.515，標準機差爲1.9338。

Fig. 4. Frequency distribution of number of roots for generations 2、4 and 7 of a randomly intermating sweet potato population.

由圖1、2觀之，可知第4世代及第7世代塊根重及莖葉重頻度分佈之分散度（Dispersion）均比第2世代爲廣，且曲線右尾比較長，均有趨向增加情形。由圖3、4觀之，可知每個塊根均重及塊根個數，第4世代及第7世代之頻度分佈分散度亦比第2世代之分散度大。由上述所得結果比較之，可知在各世代中，四種性狀之變異情形，一般有隨世代不同而表現有增加之傾向。

今將甘藷逢機交配集團各連續世代及兩個對照品種之塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數之平均值差異比較，列示如表2。

表2. 甘藷逢機交配集團各連續世代塊根重及產量構成因素間之平均值差異比較

Table 2. Comparison of means for fresh root wt. and its components measured in seven successive generations of a randomly intermating sweet potato population.

地點 Locations / 性狀 Characters / 世代 Generations	本分所試驗地 Shan Tzu Ting experimental field				水源地試驗地 Shui Yuan Ti experimental field				綜合分析 Combined analysis			
	塊根重(公斤/株) Fresh root wt. (kg/hill)	莖葉重(公斤/株) Stem and leave wt. (kg/hill)	每個塊根均重(公斤) Average wt. per root (kg)	塊根個數(株) Number of roots (per plant)	塊根重(公斤/株) Fresh root wt. (kg/hill)	莖葉重(公斤/株) Stem and leave wt. (kg/hill)	每個塊根均重(公斤) Average wt. per root (kg)	塊根個數(株) Number of roots (per plant)	塊根重(公斤/株) Fresh root wt. (kg/hill)	莖葉重(公斤/株) Stem and leave wt. (kg/hill)	每個塊根均重(公斤) Average wt. per root (kg)	塊根個數(株) Number of roots (per plant)
1	0.55^{c}	0.42^{b}	0.13^{b}	2.8^{c}	0.56	0.75^{b}	0.16^{b}	3.0	0.56^{b}	0.59^{c}	0.15^{b}	2.9^{d}
2	0.54^{c}	0.45^{b}	0.14^{b}	3.6^{b}	0.56	0.76^{b}	0.16^{b}	2.9	0.55^{b}	0.60^{c}	0.15^{b}	3.2^{cd}
3	0.63^{b}	0.54^{a}	0.14^{b}	4.6^{a}	0.66	0.85^{ab}	0.20^{a}	3.5	0.65^{a}	0.69^{ab}	0.17^{ab}	4.0^{a}
4	0.58^{bc}	0.50^{ab}	0.15^{ab}	4.0^{b}	0.67	0.95^{a}	0.21^{a}	3.3	0.63^{a}	0.72^{a}	0.18^{a}	3.6^{b}
5	0.72^{a}	0.45^{b}	0.17^{a}	4.2^{ab}	0.60	0.75^{b}	0.19^{a}	3.2	0.66^{a}	0.60^{c}	0.18^{a}	3.7^{fb}
6	0.65^{ab}	0.47^{b}	0.17^{a}	4.0^{b}	0.60	0.79^{b}	0.20^{a}	3.0	0.63^{a}	0.63^{bc}	0.18^{a}	3.5^{b}
7	0.54^{c}	0.44^{b}	0.15^{ab}	4.0^{b}	0.60	0.77^{b}	0.19^{a}	3.1	0.57^{b}	0.61^{c}	0.17^{ab}	3.5^{b}
F 值 F value	7.67**	2.30*	2.50*	4.46**	1.91	3.67**	2.82*	1.60	5.07**	5.14**	3.00*	5.39**
紅心尾 Red-tuber-tail	0.57	0.41	0.12	0.46	0.62	0.76	0.17	3.7	0.60	0.58	0.14	4.2
臺農 44 號 Tainun No. 44	0.55	0.48	0.20	0.27	0.56	0.93	0.20	2.8	0.56	0.71	0.20	2.8
F 值 F value	0.20	4.20*	29.0**	69.41**	2.13	9.35**	6.91*	15.23**	1.88	1.35	34.80**	73.46**

註：上表中各直列平均值上端所註之英文字母相同者爲差異不顯著，不相同者爲差異顯著。

Notes : Means in each column not sharing the same letter or letters were significantly different according to Duncan's multiple range test

* 示5%水準顯著， * Significant at 5% level

** 示1%水準顯著， ** Significant at 1% level

由表2觀之，可知在所測定4種性狀中，兩處個別分析及綜合分析所得結果，4種性狀之平均值以中間各世代爲較高。兩處個別分析結果，各世代間塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數平均值之差異情形，頗不一致。本分所試驗地所得結果，塊根重及塊根個數各連續世代間平均值差異爲極顯著，莖葉重及每個塊根均重，各世代間平均值差異爲顯著。水源地試驗地所得結果，塊根重及塊根個數各世代間平均值差異爲不顯著，莖葉重各世代間平均值差異爲極顯著，而每個塊根均重各世代間平均值差異爲顯著。兩地綜合分析結果，塊根重、莖葉重及塊根個數各世代間平均值差異均爲極顯著，每個塊根均重各世代間平均值差異爲顯著。地點世代之交感作用，每個塊根均重及塊根個數爲顯著，塊根重爲極顯著，僅莖葉重之地點×世代交感作用爲不顯著。由此可知，如僅以各地個別分析所得結果，用作說明，其訊息似較有限，因其受不同地點之影響也。

綜合分析各世代間塊根重相對平均表現，第3、4、5、6世代間之差異爲不顯著，第5世代比第1、2及第7世代顯著增加20%，第3世代較第1、2及第7世代爲極顯著，增加18%，而第4及6世代比第1、2及第7世代均顯著增加13%。此項結果與 Jones 氏[5]研究甘藷逢機交配集團中6個連續世代塊根重平均值之變化情形所得者頗不一致。莖葉重之相對平均表現，第4世代比第6世代顯著增加12%，較第7世代、第5世代及第2世代分別爲極顯著，增加18%。20%、及20%，第4世代與第3世代、第3世代與第6世代及第6世代、第7世代、第5世代、第2世代與第1世代之間差異均爲不顯著。每個塊根均重之相對平均表現，第4世代、第5世代及第6世代均比第1及第2世代顯著增加20%。第3、4、5、6及7世代之間差異爲不顯著。塊根個數相對平均表現，第3世代比第4世代顯著增加11%，比第6、7及2世代分別極顯著增加14%、14%及25%，第5世代較第1及第2世代極顯著增加13%～16%，第四世代比第1及第2世代顯著增加13%，第3世代與第5世代及第4、5、6及7世代之間差異爲不顯著。由上所述，可知甘藷逢機交配集團各連續世代間塊根重之平均值，以第5世代爲較大，第1及第2世代爲最小；莖葉重之平均值以第4世代最大，第1及第2世代最小；每個塊根均重平均值以第4、5、6世代最大，第1及第2世代爲最小；塊根個數平均值，以第3世代最大，第1世代最小。在所測定四種性狀中，以第1、第2及第7世代之平均值比中間各世代之平均值爲低。

綜合上述四種性狀之變異情形及平均表現差異比較之，可知第3、4、5、6及7世代之變異性，比第1及第2世代爲大，各連續世代平均表現，以中間世代之平均值有明顯之增加，此顯示由中間世代平均表現 (Intervening generations) 中，選拔優良品系，可期獲得優良效果，此項所得結果與 Jones [3] 所說明：由逢機自由交配至第4世代或第5世代後方加以選拔，則所得效果必較大之意見相吻合。

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示寶貴意見及指導，田間調查工作，得簡金寬、蔡　富及林金鐵先生協助，許月華小姐幫忙資料統計分析，特此深表謝意。

參 考 文 獻

1. Falconer, D. S. (1960) : Introduction to quantitative genetics. The Porald Press Company, New York.
2. Federer, W. T. (1955) : Experimental design, The Macmillan Company, New York.
3. Jones, Alfred (1965) : A proposed breeding procedure for sweet potato. Crop Sci. 5 : 191～192.
4. Jones, Alfred (1966) : Morphological variability in early generations of a randomly intermating population of sweet potatoes (Ipomoea batatas (L.) Lan) J. Univ. Ga. College Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. N. S. 56 : 1～31.
5. Jones, Alfred. (1972) : Sweet potato population changes during six random crossing generations. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (1) : 102～106.
6. Martin, F. W. and Jones, Alfred (1971) : Flowering and fertility change in six generations of open

pollinated sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (4) : 493~495.
7. Rheener, H. A. Van, (1963) : Breeding research in sweet potato(Ipomoea batatas poir)' Euphytica 12 : 243~253.
8. Snedecor G. W. (1957) : Statistical methods. The Iowa State College press, Ames, Iowa.
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.臺灣農業年報 (1973) ：臺灣省政府農林廳編印。87—90

STUDIES ON THE VARIATION AND MEAN PERFORMANCE IN SUCCESSIVE GENERATIONS OF A RANDOMLY INTERMATING POPULATION OF SWEET POTATOES [1]

Liang Li [2]

Summary

Thirty-two sweet potato(Ipomoea batatas(L.)Lam.)parents selected from wide sources of unrelated materials and good flowering season were intercrossed at Chiayi Agricultural Experiment Station in 1965. The resulting seed from each parent were bulked in same numbers to generate a randomly intermating sweet potato population for use in the development of improved breeding procedures. The data obtained from the seven successive generations of random intermating were used to observe for flowering and seed setting characteristics and estimates of the mean level performance and the extent of variation.

Both flowering and seed setting were more profuse in each of seven successive generations of open pollination. The rate of flowering plants of seven successive generations was 95.8% to 98.5%. A flowering peak occurred in October to November when 84.8% to 97.8% of the plants bloomed. The total seed production of the seven generations of open-pollination varied from 108,004 to 321,537 seeds. The average number of seeds per plant ranged from 90 to 276 seeds. Based on this observation, it appeared that the procedures for the random intermating sweet potato population was not affected by the flowering and fertility problems.

In general, data in Fig. 1 to 4 indicate that there were a trend toward increase for the variability with change the generations of random intercrossing. The combined data show that a marked increase in mean performance obtained for the intervening generations as compared with the early and late generations. The results indicated that the selection for desirable characteristics imposed on the intervening generations of random intermating were apparently effective.

This study was supported in part by a research grant from the Chung Cheng Science and Technical Research Foundation.

1. Research report serial No. (Q) 676

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

蔬菜作物之養分吸收及施肥效應[1]

1. 芹菜、甘藍、大蒜及生薑

連　　深[2]

近年來隨着經濟成長及外銷的開拓，蔬菜作物的經濟價值逐漸增高，其施肥量、施肥法等有關土壤肥料問題之探討亦漸感需要。本研究曾就芹菜、甘藍、大蒜及生薑等作物舉辦田間試驗，除探討各種作物的施肥適量外，並冀求了解其吸肥特性與施肥效應之關係。爰將試驗結果報告裨供施肥改良之參考。

試驗材料及方法

供試每種作物在各栽培地區內設田間試驗1～2處。試驗處理爲三要素肥料之不同施用量，詳各試驗結果表。收穫時除調查各區收量外，並採取植株，分析主要無機要素含量及吸收量。

另於各肥料試驗田旁設置觀察區（面積60～100m²），施以農家慣行肥料，並於作物生育期間每隔約2週隨機採取植株15～20株，調查分析乾物重及無機要素含量。

植物體中之硝酸態氮含量，使用2％醋酸溶液自乾物樣本抽出後以擴散法測定(1)，其他各種要素含量則按照一般方法測定。

結果及討論

I　芹菜

1.生長及養分吸收經過

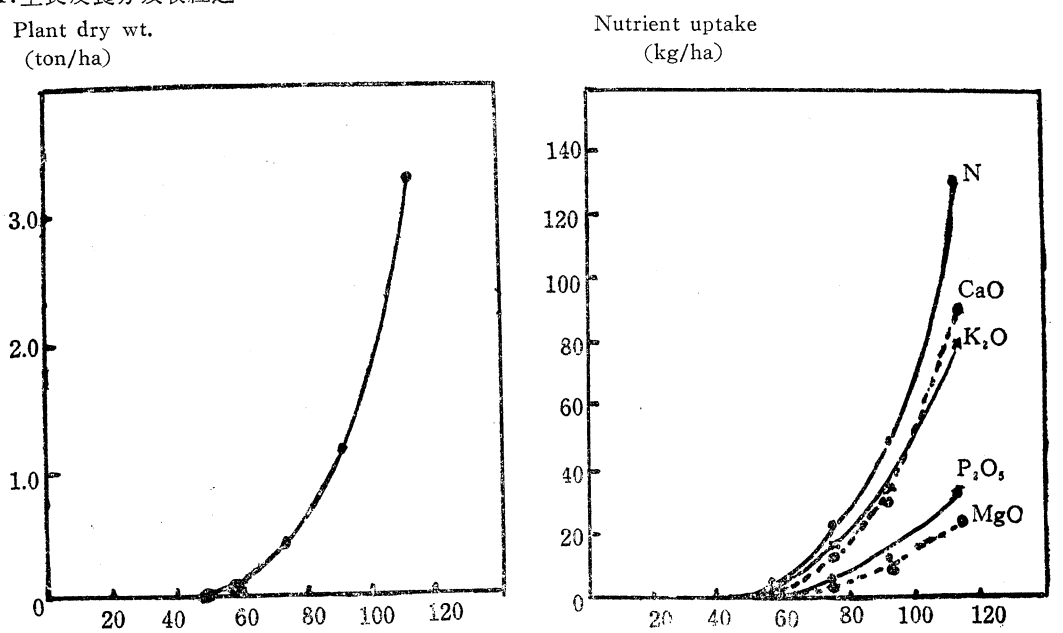


圖1.　芹菜之生長及養分吸收經過（播種日期12月14日，士林）

Fig. 1, Plant weight and nutrient uptake at successive stages of growth (Cellery)

1.　試驗報告農試字第六七九號　　2.　臺灣省農業試驗所技正

收量（鮮態）54ton/ha 的觀察區芹菜，生長及養分吸收經過如圖1。由圖可見芹菜自播種至第60天期間，因氣溫低，生長非常緩慢。60天以後方加速生長至收穫期。養分吸收之情形亦然。

各種要素中以氮和鈣的吸收量最大，鉀次之，磷較低。肥料試驗結果亦顯示芹菜對於氮和鈣之效應最大，鉀次之，磷較低。

2.施肥效應及要素含量

（A）石灰：土林和新莊兩試驗地芹菜對於施用 1 ton/ha 白雲石粉的效應均非常顯著（各增產45及35%）。由植物體分析結果，可推測此等試驗地如不施用白雲石粉而改施石灰石粉，依然可得同一效果。

表1. 芹菜對石灰之效應及要素含量

（民國61年土林、新莊）

Table 1. Yield response of cellery to liming and nutrient contents.

處理區別	收量（鮮態）(ton/ha)	土壤 pH（施用後一個月）	植物體中要素含有率（%）**					
			N	P	K	Ca	Mg	Fe
土林區社子里								
白雲石粉 1 ton/ha	53.8	6.65	4.01	0.44	2.02	2.00	0.43	0.031
對照*	37.0	5.20	3.85	0.42	2.20	1.80	0.46	0.050
新莊鎮								
白雲石粉 1 ton/ha	25.5	5.67	4.58	0.33	2.96	2.53	0.69	—
對照*	18.9	4.70	4.73	0.35	3.03	2.22	0.65	—

*對照區除不施白雲石粉外，其他肥料施用與白雲石粉區相同。又白雲石粉係作基肥施用。

**收穫時 (dry weight basis)

（B）三要素：由表2.可見芹菜對氮肥和鉀肥的效應顯著，但對磷肥則較低（新莊試驗地所得結果亦和土林所得者相同，故從略）。植物體中之硝酸態氮及全氮含量均隨施肥量之增加而顯著增高。氮和鉀（K_2O）的施用適量各爲 225 及150 kg/ha。至於磷肥之施用量則以 P_2O_5 90 kg/ha 已足。

表 2. 芹菜對三要素之效應及要素含量

(民國61年士林區社子里) *

Table 2. Yield response of cellery to NPK fertilizers and nutrient uptake

處理區別	N_1	N_2	N_3	N_4	$K_{\frac{1}{2}}$	K_1	P_1	P_2
肥料要素用量** (kg/ha)	75	150	225	300	75	150	90	180
鮮態收量 *** (ton/ha)	53.9	55.3	60.9	57.3	53.6	60.9	60.9	58.2
植特體要素含有率%****	34.4	3.88	4.22	4.46	2.41	2.80	0.44	0.42
植物體 NO_3-N 含有率%****	0.49	0.89	1.11	1.22				
肥料要素吸收量 (kg/ha)	112	129	155	154	93	123	37	33

*表土性質 (2) SiCL, PH5.9，有機質1.7%，有效性 P_2O_5 及 K_2O 各184及160kg/ha.

**三種肥料要素用量及吸收量各以 N, P_2O_5, K_2O表示，但植物體要素含有率則各以 N, P, K表示。N_1～N_4每區均施 P_2O_5, K_2O 各90及150 kg/ha。$K_{\frac{1}{2}}$及 K_1每區均施 N,P_2O_5 各225及90 kg/ha。P_1 及 P_2 每區均施 N, K_2O 各225及 150 kg/ha。N、P、K 各施用尿素、過磷酸鈣及氯化鉀。過磷酸鈣之全部及尿素和氯化鉀之各$\frac{1}{3}$作基肥施用。餘$\frac{2}{3}$之尿素及氯化鉀則分三次作追肥施用。又各區均施用白雲石粉 1 ton/ha。

***由小區面積8.4m²，4 重複估計所得 (2)， LSD 5%=3.30, 1%=4.49.

****收穫時莖葉中之含有率 (dry weight basis)

Ⅱ 甘藍

1.生長及養分吸收經過

收量 43 ton/ha 的觀察區，甘藍生長及養分吸收經過如下圖。由圖可見其生長及養分吸收在移植後甚緩，但約20天後則加速，並繼續到收穫期。又球葉開始生長後，外葉及莖的生長仍然繼續。

各種要素的吸收以氮和鈣最多，磷較低。據綜合各地試驗結果 (3)，甘藍對於氮和鈣的效果亦是最高，磷最低；秋冬作三要素施用推薦量 N、P_2O_5、K_2O各爲 250～350、80、80～160kg/ha。酸性土壤施用石灰石粉之效果亦甚大。

2. 施肥效應及要素含量

甘藍對氮肥效應之一例如下（表 3.）。其施肥適量約爲 240 kg/ha，吸收量亦約略和施肥量相同。

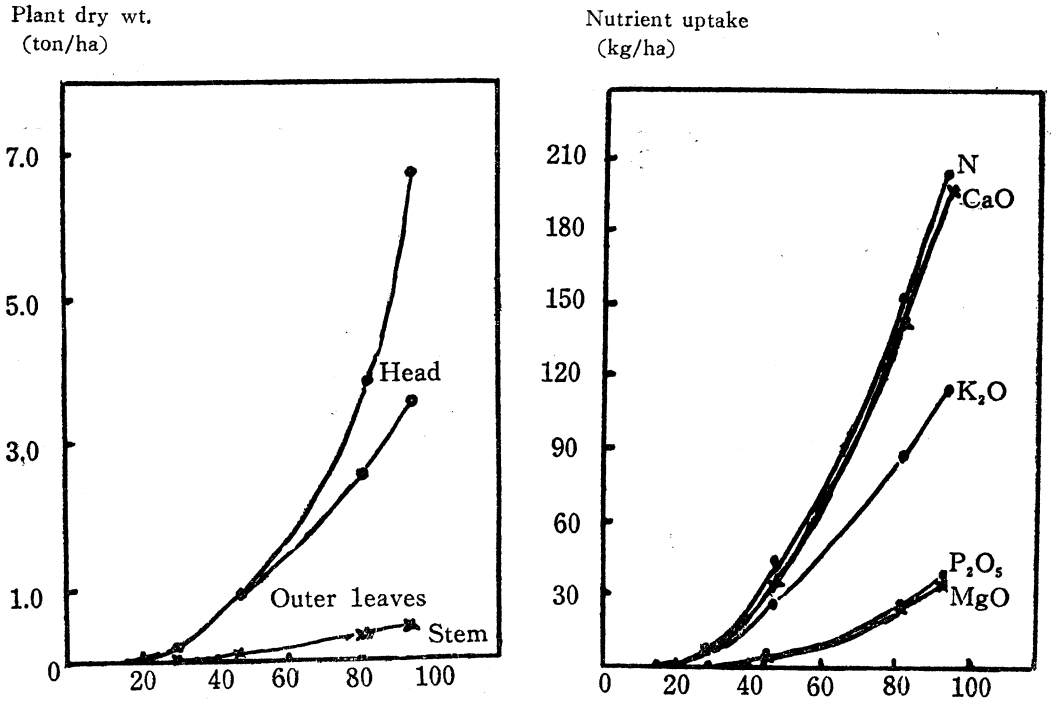


圖2. 甘藍之生長及養分吸收經過 (11月30日移植，竹北)

Fig. 2, Plant weight and nutrient uptake at successive stages of growth. (Cabbage)

表 3. 甘藍之氮肥效應及要素含量

(民國61年，竹北*)

Table 3. Yield response of cabbage to nitrogen and the uptake.

處理區別**		N_1	N_2	N_3
甘藍球收量 (鮮態ton/ha) ***		51.0	59.1	58.8
全植物體乾物重 (kg/ha) ****		7,040	8,151	8,098
氮素含有率 (%)	球葉	2.56	2.85	2.79
	外葉	3.09	2.96	3.18
硝酸態氮 (%)	球葉	0.11	0.17	0.20
	外葉	0.24	0.25	0.30
氮素吸收量 (kg/ha)		199	241	242

*表土性質[2] S.L, pH 4.9，有機質2.3%。

**$N_1N_2N_3$ 各代表N180, 240, 300Kg/ha。基肥各區均施 N90 Kg/ha ，其餘氮肥分三次於移植後 15,30及45天施用。P_2O_5 及 K_2O 各區均施80及160 Kg/ha。P之全部及K之半量作基肥，其餘半量K於移植後15天時施用。肥料施用尿素過磷酸鈣及氯化鉀。

***由小區面積 12.6m²，4 重覆估計所得[2]。

****包括球葉及外葉，但不包括莖及根。

Ⅲ 大蒜

1.生長及養分吸收經過

生蒜球收量（連莖葉）23 ton/ha（約相當於乾蒜球收量 5 ton/ha）的觀察區大蒜，生長及養分吸收經過如圖：

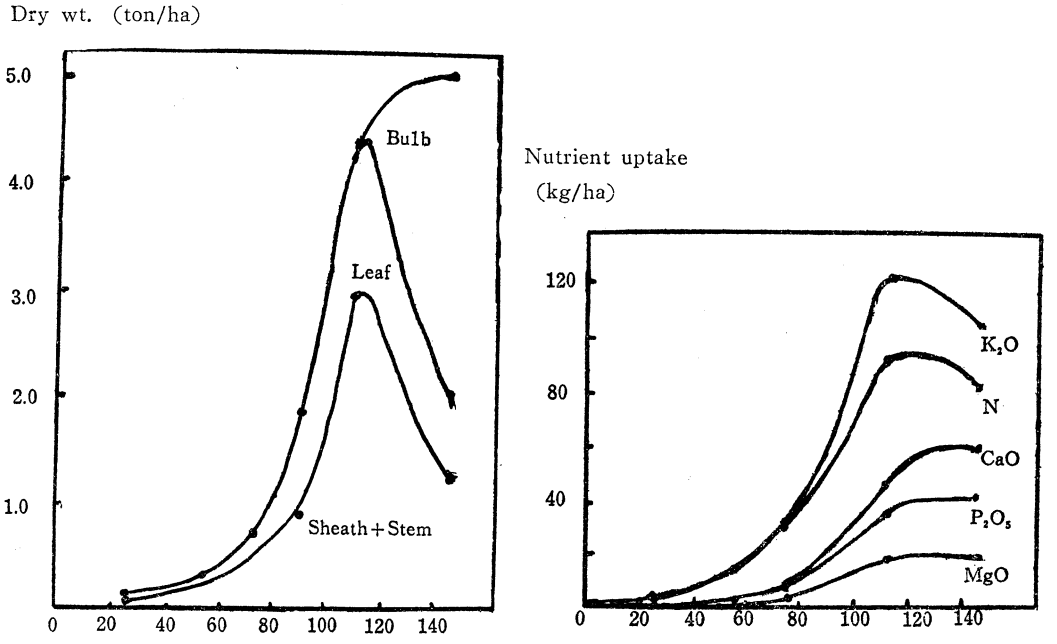


圖3. 大蒜之生長及養分吸收經過（11月 5 日播種，彰化縣伸港）

Fig. 3, Plant weight and nutrient uptake at successive stages of growth (Garlic).

由圖3.可見大蒜之生長及養分吸收在生育初期甚緩（11月 5 日播種），至中期（自播種後約60至110 天期間）最盛，而後期（蒜球收穫前一個月期間）又轉緩。生育中期以葉片和葉鞘乾物重之增加爲主，生育後期則以蒜球乾物重之增加爲主。生育後期葉片和葉鞘之乾物重反而減少，顯示蒜球生長所需物質之一大部分係從葉片和葉鞘轉移。（溪州試驗地所得結果亦和伸港相似，故從略）。

各種要素的吸收以鉀和氮較多，鈣和磷較低。K_2O，N，CaO，P_2O_5 及 MgO 吸收量各爲 120、100、60、40及 20kg/ha。

2.施肥效應及要素含量

大蒜對三要素效應之一例如下（伸港所得結果亦和溪州相似，故從略）

表 4. 大蒜對三要素之效應

（彰化縣溪州*，民國61年）

Table 4, Yield response of garlic to NPK and nutrient uptake.

處理區別	N_1	N_2	N_3	N_4	P_0	P_1	P_2	K_0	K_1	K_2
肥料要素用量（Kg/ha）**	90	180	270	360	0	60	120	0	90	180
鮮態收量（ton/ha）***	22.5	24.3	28.4	28.6	23.4	24.3	24.6	24.0	24.3	24.6
莖葉中要素含有率（%）****	1.35	1.38	1.51	1.71	0.19	0.26	0.24	1.97	2.37	2.63

蒜球中要素含有率（%）****	1.78	1.62	1.69	1.89	0.29	0.30	0.28	1.17	1.53	1.37
肥料要素吸收量（kg/ha）	61	79	98	110	29.	34	32	89	114	115

*表土性質[2] SL，pH7.8，有機質2.7%，有效性 P_2O_5及K_2O 各爲9.2及54.2kg/ha。

**三種肥料要素用量及吸收量各以 N，P_2O_5，K_2O 表示，但植物體要素含有率則各以 NPK 表示，N_1～N_4 各區均施 P_2O_5，K_2O 各60及90 kg/ha。P_0～P_2 各區均施N，K_2O 各180及90 Kg/ha。K_0～K_2 各區均施 N、P_2O_5 各180及60 kg/ha。N、P、K 各施用尿素、過磷酸鈣及氯化鉀。全部磷肥及$\frac{1}{2}$氮肥和鉀肥作基肥施用，除$\frac{1}{2}$氮、鉀肥於播種後20、30及40天施用。

***由小區面積 10m²，四重複平均所得[2]。

****收穫時（dry weight basis）。

肥料施用效果除氮外，磷、鉀均不顯著，其莖葉及蒜球中之三要素含量均較其他蔬菜作物爲低，故其氮之施用適量雖高達 270kg/ha，但吸收量却僅及 100kg/ha（表 4.），可見大蒜之養分吸收率似較其他作物爲低。又無論莖葉和蒜球均無硝酸態氮可測。

Ⅳ. 生薑

1. 生長及養分吸收經過

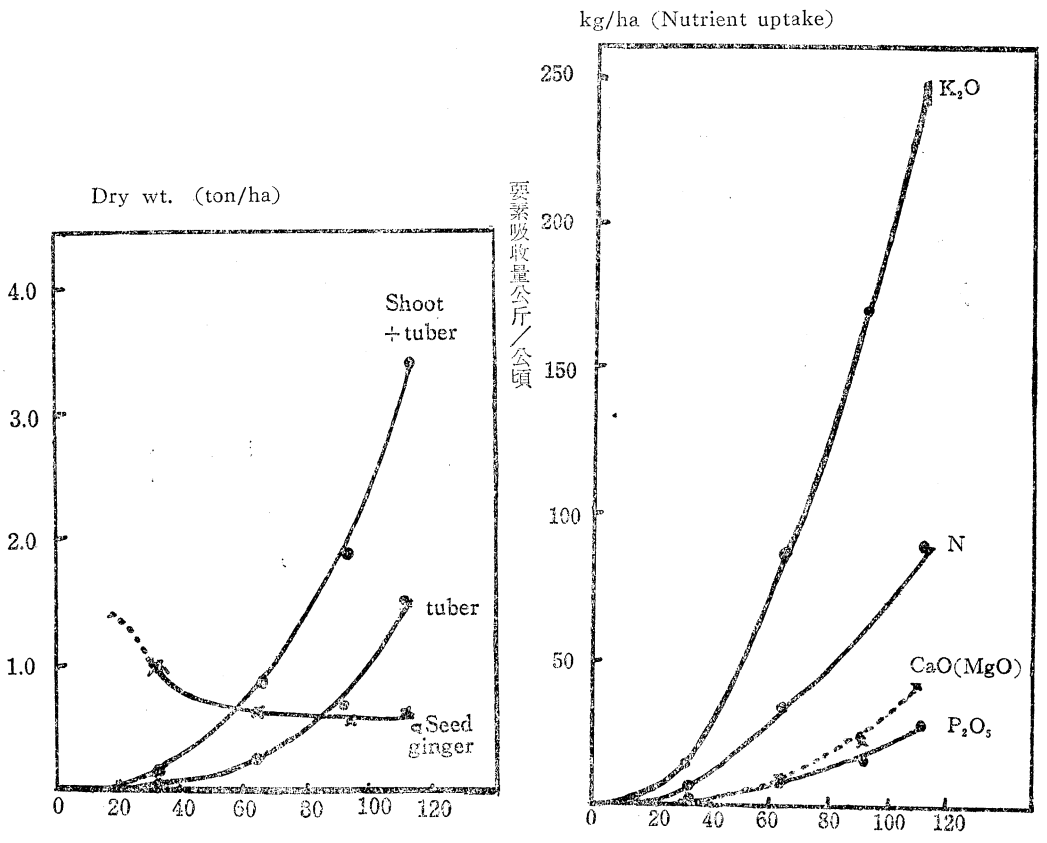
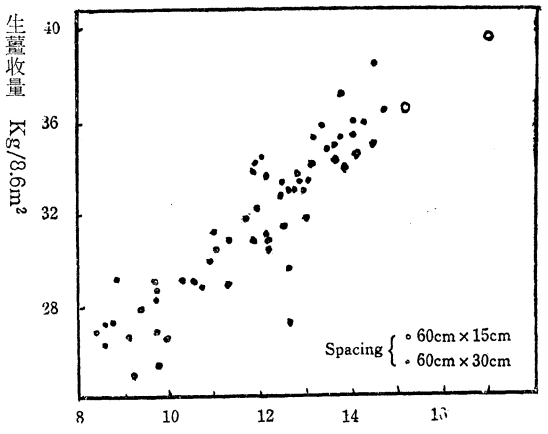


圖4. 生薑的生長及養分吸收經過（播種 3 月16日，嘉義縣竹崎，1972）

Fig. 4, Plant weight and nutrient uptake at suecessive stages of growth (Ginger)

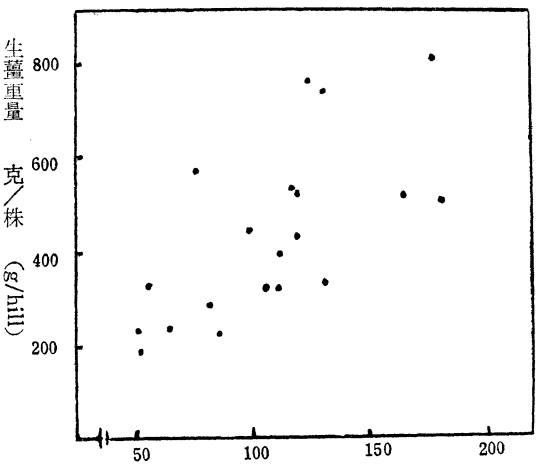
生薑收量 44ton/ha 的觀察區，生長及養分吸收經過如圖4.。由圖可見生薑自播種（3月10日）至約40天期間是種薑發芽生長期間，故生長較緩，而生長所需物質則大部分從種薑供給。自播種後40天至110天的收穫期則是莖葉和塊莖生長及養分吸收的最盛時期。

綜合各肥料處理區和觀察區栽培結果，可見莖葉收量和塊莖收量成正比例關係（圖5.）。栽植密度較密的觀察區，莖葉收量較大，其生薑收量亦較大。又生薑收量和種薑的大小亦成正相關（圖6.）。可見生薑的增產除了施肥外，栽植密度和種薑的大小亦甚重要。



莖葉重（鮮態）kg/8.6 m²

圖5. 各試驗小區生薑收量和莖葉收量之關係（竹崎，1972）



種薑重量 克／株 (g/hill)

圖6. 種薑大小和生薑收量之關係（竹崎，1972）

2. 施肥效應及要素含量

由圖4可見各種無機要素的吸收以鉀素爲最多，氮次之，鈣及磷均低。生育初期之莖、葉及塊莖中K含量曾高達10%左右。生薑收量44 ton/ha的觀察區K_2O，N，CaO及P_2O_5吸收量各爲260、90、40及30 kg/ha，其施肥效應亦以鉀爲最大（表5.）。據各地試驗結果[3]，三要素之施肥適量平均爲N 50～100，$P_2O_5$150～200，K_2O200～250 kg/ha，可見三要素中鉀肥之重要性。

表5. 生薑對三要素之效應

（收量指數*）

Table 5, Yield response of ginger to NPK fertilizers. (Index)

地點	臺北		新竹		花蓮		平均
年期 / 處理區別	1970	1971	1970	1971	1970	1971	
三要素區	100	100	100	100	100	100	100
無氮區	95	81	90	100	88	94	91
無磷區	90	86	90	97	85	82	83
無鉀區	87	78	76	82	76	63	77

*摘錄自各區改良場試驗報告[4]。

生薑的施肥效應和要素含量之一例，如表 6 。

表6. 生薑對三要素之效應及要素含量

（民國61年，嘉義縣竹崎）※

Table 6. Yield response of ginger to NPK and nutrient uptake.

處理區別	N_0	N_1	N_2	N	P_1	P_2	P_3	K_1	K_2	K_3
肥料要素用量**	0	80	160	240	100	200	300	100	200	300
生薑收量 (ton/ha) ***	34.7	35.6	39.2	34.8	35.1	39.2	38.3	38.6	39.2	38.3
生薑中要素含有率（%）****	2.66	2.86	3.03	2.84	0.40	0.43	0.43	6.38	7.13	8.18
生薑中NO—N_3含有率（%）****	0.38	0.62	0.53	0.58	—	—	—	—	—	—
肥料要素吸收量 (Kg/ha)	68	71	84	72	22	25	25	199	228	265

*表土性質[2] pH5.4，有機質1.7%，有效性P_2O_5及 K_2O 各110及 200kg/ha。

**三種肥料要素用量及吸收量各以 N、P_2O_5、K_2O 表示，但生薑中之三要素含有率則各以 N、P、K 表示。N_0～N_3各區均施P_2O_5，K_2O各 200Kg/ha。P_1～P_3 各區均施N，K_2O各160及200kg/ha。K_1～K_3 各區均施N及 P_2O_5 各160及 200 kg/ha。三要素各施用尿素、遲磷酸酸鈣及氯化鉀。過磷酸鈣全部作基肥，尿素及氯化鉀則分 4 次作追肥施用。

***由小區面積 10.8m^2 ，六重複平均估計所得[2]。

****收穫時 (dry weight basis) 。

誌謝：

本研究承中正科學技術研究講座基金董事會及農復會補助，田間試驗並蒙臺北、新竹、臺中、臺南各區農業改良場謝昱光、蘇春濤、王錦堂、顏俊益諸先生協助，謹此深表謝忱。

摘　　要

經田間試驗探討芹菜、甘藍、大蒜、生薑之養分吸收經過及施肥效應，結果如下：

1. 四種蔬菜作物主要無機要素吸收量如次。

作　物	鮮態收量 (ton/ha)	要素吸收量 (Kg/ha)				
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
芹　菜	54	130	30	80	90	25
甘　藍	43	210	40	120	200	30
大　蒜	23	100	40	120	60	20
生　薑	44	90	30	260	40	40

2. 芹菜和甘藍對各種無機養分之吸收以氮和鈣最多，鉀次之，磷較低。其施肥效應亦以氮和鉀較大，磷甚小。又酸性土壤施用石灰之效果最大。綜合各地試驗結果，芹菜和甘藍之三要素施肥適量 N，P_2O_5，K_2O 各爲225，90，150kg/ha 和 250～350，80，80～160kg/ha，可見施肥推薦量與養分吸收特性相當符合。

3. 大蒜對各種無機養分之吸收以鉀和氮較多，鈣和磷較低。其施肥效應則以氮較大。據綜合各地試驗結果，其施肥適量爲N，P_2O_5，K_2O 各100～200，30～60及 50～100 kg/ha。

4. 生薑對各種無機要素的吸收以鉀最多，氮次之，鈣及磷均低。施肥效應亦以鉀肥最大。據綜合各地試驗結果，其 N，P_2O_5，K_2O 施肥適量各爲 50～100，150～200，200～250 kg/ha，可見其施肥推薦量和吸肥特性仍大致符合。

5. 各種作物之生育及養分吸收經過如本文各圖。

參 考 文 獻

1. 李蘭帝，1968，擴散法在硝酸態氮定量上的應用。農業研究17（2）
2. 臺灣省政府農林廳，六十一年土壤肥料試驗報告（園藝及特作部份）。摘自謝昱光，蘇春濤、王錦堂、顏俊益諸先生報告。
3. Su, N. R. 1972, The Fertility Status of Taiwan Soils. Technical Bulletin No. 8, Food & Fertilizer Technology Center.
4. 臺灣省政府農林廳，五十九年及六十年土壤肥料試驗報告。

A STUDY ON NUTRIENT UPTAKE AND FERTILIZER RESPONSE OF VEGETABLES

1. Celery, Cabbage, Garlic and Ginger

Shen Lian

Summary

Field experiments were conducted respectively on celery, cabbage, garlic and ginger, and the nutrient uptakes as well as the fertilizer responses were studied.

1. The amounts of major inorganic nutrients absorbed per crop by the four vegetables are respectively as follows;

Crops	Fresh yield (ton/ha)	Nutrient uptake per crop (kg/ha)				
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
Celery	54	130	30	80	90	25
Cabbage	43	210	40	120	200	30
Garlic	23	100	40	120	60	20
Ginger	44	90	30	260	40	40

2. Among the major inorganic nutrients, celery and cabbage absorb nitrogen and calcium the most, potassium the next, and phosphorus the least. The fertilizer responses also follow in similar order, and liming is particularly effective in acid soils. The optimum rates of N, P_2O_5 and K_2O for celery and cabbage are 225, 90, 150 and 250–350, 80, 80–160 kg/ha, respectively, which are quite agreeable with the nutrient uptake character.

3. Among the major inorganic nutrients, garlic absorb potassium and nitrogen more, and calcium and phosphorus less. The fertilizer response is greater in nitrogen than in others. The optimum rates of N, P_2O_5 and K_2O are 100–200, 30–60 and 50–100 kg/ha respectively.

4. Among the major inorganic nutrients ginger absorb potassium the most, nitrogen the next, and calcium and phosphorus the least. The crop response to potassium is also the greatest. The rates of fertilizers recommended are 50–100, 150–200 and 200–250 kg/ha for N, P_2O_5 and K_2O respectively, which is also quite corresponding to the nutrient uptake character.

5. The growth and nutrient uptake processes of the four vegetables are shown diagrammatically.

夏威夷品種木瓜在臺灣試種與雜交一代之表現[1]

張振宙　　吳嘉成[2]

摘要　民國56年中華民國園藝作物考察團自夏威夷引進其外銷木瓜11品種，經嘉義農業試驗分所試種結果，認爲其中之 Kapoho, Sunrise 與 A_5 三品種生長與果實品質較優。本研究以此三者爲觀察對象，獲悉臺灣嘉義地區之氣候條件，對夏威夷品種木瓜之影響甚爲嚴重。由於每年自十月開始乾季，氣溫隨之逐漸降低，至翌年一、二月爲最低（常達 2° 或 4°C）；三月中旬氣溫轉暖，五月開始雨季；在此長期乾燥與低溫之雙重影響下，植株生長，嚴重受阻，開花與結果數爲之大減。又自十一月中旬以後至翌年三月中旬以前，平均溫度常在20°C以下，是時 Kapoho品種所分化之花芽，具有性變（Sex Change）現象者，高達96%；果實經過低溫期發育者，自開花至成熟需160～237日，在高溫期則祇需132～146日；成熟果實之糖度，在高溫期爲 15～17°（Brix），在低溫期爲 9～11°（Brix），且果實表面常多斑點（Freckles），果肉中含有硬塊（Lump），品質低劣，均無市場價值。據本研究結果，夏威夷品種木瓜在嘉義地區之氣候條件下，正常果實之採收期，約爲四個月，僅及夏威夷之三分之一，而正常果實之產量，不及五分之一。

本研究用 Kapoho, Sunrise與A_5 雜交後，其第一代（F_1）之表現爲：(1)植株矮性爲顯性，(2)果肉黃色對紅色爲顯性，(3)果肉含水量高之品種與含水量低者雜交後，第一代（F_1）之果肉含水量有減少趨勢。

引　言

木瓜（Carica Papaya L.）爲熱帶果樹，有週年開花結果習性，性忌霜凍，在佛州（Florida）等亞熱帶地區，多用於庭園栽培，企業性栽培者少[(1)]。臺灣栽培木瓜雖甚普遍，但品種混雜，果實大小與形狀多不整齊，風味亦多欠理想，缺乏够水準之企業性品種。尤其經過低溫時期成熟之果實，糖度大減，品質更劣，常需加白糖佐味。1967年，中華民國園藝作物考察團自夏威夷引進其外銷品種多種[(2)]，經試種後，品質雖遠較其他品種爲優，但有效產期甚短，產量甚低，難以推行企業性之發展。惟臺灣每年內銷木瓜，爲數甚多，如何改善品質，增加產量，以應內銷需要，值得重視。本研究特就夏威夷品種中，選出在臺灣試種成績較優者，舉行雜交，企求獲得較適合臺灣氣候條件與需要之新品種。

材料與方法

自夏威夷引進之木瓜品種包括：7515, 7516, Goudatina, 63—22, 64—3, 65—5, 65—44, Sunrise, Kapoho, Line 10, A_5（在臺灣分離後選出）等11品種。其中以 Sunrise, Kapoho 與 A_5 之生長與結果較爲正常，選作本研究之供試材料。

以上三品種於1967年五月，在嘉義農業試驗分所播種，五個月後開始呈現花芽。待可辨識花芽之性型（flower type）時，淘汰母株，選出其中兩性植株（Hermaphrodite），供作研究。至 1968年春季，逐漸開花，隨即着手調查開花經過、果熟期與性變（sex change）等情形。

供試之 Kapoho 與 A_5 等植株，曾於1968年，就其中生長最正常者，舉行自交，所得種子，於1968年七月播種； Sunrise 則於 1970年九月取得自交種子播種。幼苗種植後，選出其中生長與結果較正常者，作爲雜交親本。

Sunrise, Kapoho 與 A_5 三品種所結果實之大小、形狀、食味等，均極優異，但仍各有缺點：Sunrise 之缺點爲果肉含水量甚高，不耐貯運，對病害之抵抗亦較差；Kapoho 之缺點爲幼齡植株生長過於旺盛，初期着果部位甚高，因性變而產生之畸形果數甚多，果形較小； A_5 之植株爲矮性，果肉含水量在各品種中爲最少，糖度甚高，其缺點爲性變率高，結果最少。爲求改善 Sunrise 之果肉含水量過多，與 Kapoho 之初期着果部位過高，果形過小等缺點，乃於1970年，以Sunrise, Kapoho 兩品種與 A_5 舉行雜交，希在雜交後代中選出符合企業性栽培條件較優之新品種。

研究結果

（一）臺灣氣候對夏威夷品種木瓜植株生長之影響　自夏威夷引進之11品種木瓜在嘉義農業試驗分所試種後，發現對臺灣氣候之適應性均甚弱。祇第一年生長旺盛，經過第一年冬季之低溫與乾燥後，生長即大爲衰退，且根腐、幹腐等病相繼發生，大多數植株相繼死亡。其中以 Sunrise, Kapoho 與 A_5 三品種之生長情形較爲正常，但仍難獲繼續三年之正常生長與結果。

（二）臺灣氣候對夏威夷品種木瓜花型與果實之影響　夏威夷品種木瓜在臺灣氣候條件下，夏季高溫多濕，兩性植株分化之花芽，多屬正常兩性花，具雄蕊10枚；花筒連合與雄蕊著生部位，通常在子房½以上，所結果實最爲正常。八、九月間，有部份花芽趨向變爲雄性之表現。凡具此種傾向者，花形較小，花筒連合與雄蕊着生部位愈高，子房隨之愈小，甚至子房退化祇剩細長線狀體形而不結果；亦有雌蕊完全退化消失而變爲雄花者。此種變異之程度，隨品種而異，在嘉義農業試驗分所試種之品種中，以自澳洲引進之 Guinea 一品種爲最顯著；夏威夷品種，一般均較正常。反之，兩性植株在低溫期間所分化之花芽，則有趨向雌性變異之傾向[3]。凡趨向雌性變異之花形，花形較大，花筒連合與雄蕊着生部位，有向子房½以下降低，子房相隨增大，與雄蕊數減少之趨勢；變異甚者，花瓣完全分離而無連合花筒存在；雄蕊着生於子房基部，若干雄蕊之花絲常與子房之心皮結合，在心皮表面呈現線形痕跡，或完全與心皮結合，而使該心皮增大凸起，另成一小子房，謂之變異心皮(Carpellody)。凡雄蕊減少之兩性花所結之果實，其表面多具線形痕跡，或爲心皮凸起之畸形果實，祇五雄蕊之花所結果實較爲整正，其果形與母花所結者相近似，但均無市場價值。在氣溫甚低時所分化之花芽，偶有雄蕊全部消失而變爲雌花者。據本研究調查，在嘉義各季氣候條件下，兩性植株所分化之花芽，有90～100% 具有雌性變異傾向，所結果實均非正常（見表1）。嘉義一、二月氣溫最低，常限制花粉之發育，致二、三月所開之花，花藥常空虛而無花粉，開花後，隨即脫落，遺留樹幹無着果之空隙部份。

表 1. 夏威夷木瓜在嘉義低溫期分化之花芽所結五雄蕊果、畸形果與正常果（花具10雄蕊）數調查

Numbers of pentandria, Carpellodic and normal fruits produced from the flowers differentiated during the cold season

調查株數 No. of plants	五雄蕊果數 No. of pentandria fruits	變異心皮果數 No. of carpellodic fruits	正常果數（花具10雄蕊） No. of normal fruits (fls with 10雄蕊)	果數合計 Total of fruits
19	74	189	11	274
% —	27	69	4	100

本研究之完成得臺灣農業研究中心補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第六八〇號。　2.臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所技正及助理。

嘉義地區，自十月開始乾季，氣溫逐漸降低，木瓜生長隨之緩慢，着花減少，直接影響果實生產；同時由於低溫影響，促使木瓜花芽產生性變趨向，所結果實多呈畸形，致無市場價值，就經濟意義言，與減少果實生產，具有同一意義。表1.所示，低溫期所結 274果實中，五雄蕊果數佔27%，畸形果數佔 69%，正常果數祇佔 4%，證明在嘉義氣候條件下，因低溫影響木瓜果實之生產，極具重要性。

嘉義氣候對木瓜果實發育之影響，亦甚明顯。在高溫期發育之果實，自開花至果實成熟，約需4～5個月，如經過低溫期發育者，則需7～8個月，方可成熟（見表2.）。

表 2. 夏威夷木瓜在不同開花期所結果實成熟所需日數調查

No. of days for the fruits to mature since the flowers open in different seasons.

開花時期 Blooming season	採果時期 Harvest season	平均果熟所需日數 Av. no. of days for the fruits to mature
April, 1968	Sept.—Oct. 1968	160
May, 1968	Sept.—Oct. 1968	133
June, 1968	Oct. —Nov. 1968	132
July, 1968	Nov.—Dec. 1968	146
Aug., 1968	Dec. 1968—Jan. 1969	144
Nov., 1968	June —July 1969	237
Dec., 1968	June —Aug. 1969	220
Jan., 1969	July —Aug. 1969	203

表2.顯示：木瓜在四月開花者，其果實達成熟，平均需 160日，較五月至八月開花者多16～28日，證明四月以前之氣溫，對花芽發育之影響可影響開花後之果實發育；五月至八月開花者，其果實達成熟，平均祇需132～146日，爲最適合果實發育之時期；九月以後所開之花，其果實之發育，須經過溫度最低之冬季，發育之緩慢，可以想見。表2.十一月、十二月與翌年一月開花者，果實達成熟之日數各爲：237、220、203，較五月至八月高溫期間開花者，延長果實成熟日數各爲：91～105日、74～88日、59～71日。果實成熟期之延長，有減少趨勢，證明花芽與果實發育過程中，受低溫影響愈少者，達果實成熟所需之日數愈少。根據本研究觀察結果，獲悉在嘉義農業試驗分所栽培之夏威夷木瓜，低溫影響果實之發育，約自九月開花者開始，延長至翌年四月開花者，爲期約八個月。開花後不受低溫影響者，僅約四個月。

嘉義低溫不但影響木瓜花芽與果實之發育，亦影響木瓜果實成熟時之糖度，如表3.所示：

表 3. 夏威夷木瓜果實在不同時期成熟之糖度測定

Sugar contents (Brix) of the fruits of Hawaiian papaya, matured in different seasons.

品種 Varieties / 平均糖度 Brix in av. / 果熟期 mature season	A_5	Sunrise	A_5×Sunrise (F_1)	Kapoho×A_5 (F_1)
June, 1973	—	—	16.0	—
July, 1973	16.5	—	15.7	—
Aug., 1973	—	15.5	—	—
Sept., 1973	—	15.8	16.3	15.0
Oct., 1973	16.1	15.3	15.9	15.8
Nov., 1973	15.3	14.5	15.5	15.0
Dec. 1973	14.3	14.1	15.8	15.1
Jan. 1974	9.9	—	10.5	10.8
Feb. 1974	10.5	11.0	10.6	10.0
Mar. 1974	11.5	—	11.3	—
April, 1974	10.5	—	11.1	—
糖度降低 % % of diminution of Brix	40	30	36	37

表3.顯示：自五月至十二月以前成熟之木瓜果實，平均糖度可維持14.1～16.5度，食味優美；自翌年一月至四月成熟者，則糖度顯著減少，祇可維持 9.9～11.5度，食味有顯著差異。證明木瓜果實近成熟期之溫度，對其糖化作用，極爲重要。

臺灣氣候屬亞熱帶，冬季氣溫頗低，對熱帶果樹中之具有週年開花結果習性如木瓜者，嚴重影響其植株生長，花芽之產生，果實之發育與果實品質之變劣。臺灣嘉義地區，更因每年自十月至翌年四月爲乾季，天氣常十分乾旱，更加重其不利影響。故在嘉義栽培之木瓜，因受此雙重不利影響，不可能維持全年之有效生產而產量常低。

（三）嘉義氣候對夏威夷 Kapoho 品種木瓜兩性花芽之性變影響　夏威夷 Kapoho 品種木瓜之兩性植株，其花芽之性變情形[3,5,6]，至爲明顯。嘉義農業試驗分所栽培者，在不同時期開花中所作調查（見表4.），幾全年均有性變發現。

表 4. Kapoho 品種木瓜之兩性植株在不同時期開花出現之正常花形（具10雄蕊）與性變花形（雄蕊數少於10）數調查（不包括不稔性雄性花）

Nos. of normal flowers and sex changed flowers of Kapoho hermaphrodite plants, emerged at different blooming seasons at Chia-yi.

開花時期 Blooming seasons	正常花數 No. of normal flowers	性變花數 No. of sex changed flowers	百分數 (Percentage)	
			正常花 normal flowers	性變花 sex changed flowers
Nov., 1967	24	6	80.0	20.0
Dec., 1967	33	3	91.7	8.3
Jan., 1968	16	10	61.5	38.5
April, 1968	0	8	0.0	100.0
May, 1968	125	278	31.0	69.0
June, 1968	227	219	50.9	49.1
July, 1968	125	2	98.4	1.6
Total (合計)	550	526	51.1	48.9

自表4.獲悉：在1967年十一月至1968年七月所調查之 Kapoho 兩性植株之開花數中，具有10雄蕊之正常花數祇佔51.1%，性變花數（不包括子房退化之不稔性花 Sterile flowers）高達 48.9%；而四月中所開之花，則全部爲性變花；五月與六月各佔69.0%、49.1%；十一月、十二月與一月各佔20.0%、8.3%、38.5%；至七月方見性變花數顯著減少爲 1.6%；八月、 九月、十月常見多數子房退化之不稔性花，則未予調查。

據夏威夷研究，認爲木瓜兩性花芽性變之原因與低溫及乾旱天氣有關；[3,5,6] 低溫作用可誘致趨向雌性之變異；乾旱則可誘致趨向雄性之變異。在嘉義氣候條件下，兩種趨向之性變，均甚顯著，嚴重影響木瓜兩性植株之正常生產。

（四）夏威夷品種木瓜在嘉義農業試驗分所之產量　夏威夷品種木瓜在夏威夷栽培者由於該地冬季氣溫較高，生長與結果情形，均較嘉義爲理想，每英畝（acre）全年可收穫果實達60,000磅，且週年可以生產；嘉義所產木瓜果實，由於冬季低溫影響，祇九月至十二月採收者，可保持正常品質，而富有商品價值；翌年一月至四月採收者，則糖度顯著降低，食味變劣，不復有價值可言。又五月至八月採收之果實，其糖度雖漸次恢復，但由於一、二月間氣溫最低，常遭受凍害，致使果實表面發生多數吸水狀細小斑點（Freckles），或果肉含有硬塊（lumpy fruit）[4]，品質低劣，亦無甚商品價值，故每年實際可以生產具有商品價值果實之有效時期約自九月至十二月，爲期僅四個月，經濟收穫期，可謂有限（見表5）。

表 5. 夏威夷品種木瓜在嘉義農業試驗分所栽培之果實產量

Normal fruits harvested from Hawaiian papayas grown at Chia-yi Agricultural Experiment Station.

品種 Varieties	播種時期 Time of Planting seeds	採果時期 Cropping season	採果株數 No. of plants	採收正常果數 Normal fruits harvested
Sunrise	Sept., 1970	Sept. 1971—Nov. 1972	4	191
Kapoho	July, 1968	Feb. 1969—Dec. 1969	6	355
A_5	July, 1968	Feb. 1969—Feb. 1970	3	138

品種 Varieties	300g. 以上果數 fruits>300g.	300g. 以下果數 fruits<300g.	平均每株採收正常果數 normal fruits/tree in av.	平均每株300g. 以上正常果數 normal fruits>300g. /tree in av.
Sunrise	125	66	47.8	31.3
Kapoho	96	259	59.2	16.0
A_5	47	91	46.0	16.0

上表爲種植後第一年結果之採果數（正常果實）。Sunrise, Kapoho 與 A_5 之平均每株採果數各爲47.8，59.2，46.0。其中果重在 300g 以上，合乎市場需要之果數各祇31.3，16.0，16.0。其產量之稀少，與經濟價值之低微，實非始料所及。

二、夏威夷品種木瓜雜交第一代（F_1）之表現

夏威夷品種木瓜中之 Sunrise, Kapoho 與 A_5 三者，其優點爲果形整齊美觀，糖度甚高，食味特優；其缺點爲 Sunrise 之果肉內含水量甚高，不耐貯運，抗病力較弱；Kapoho 植株之初期生長過於旺盛，開始着果部位甚高，果形較小，多數在 300g. 以下； A_5 爲植株矮性，結果最少，產量最低，在低溫期間生長最慢，兩性花趨向雌性變異之表現最顯著，但果肉含水量最少。爲求改善 Sunrise 之果肉含水量過多與 Kapoho 之植株過高，作者曾於1970年以 Sunrise 與 Kapoho 兩品種，分別與 A_5 舉行雜交，獲悉雜交第一代（F_1）之特性如下：

（一）A_5×Sunrise（F_1）植株矮性，果肉金黃色（Sunrise 果肉深紅色，A_5 爲金黃色），美觀，含水量有減少趨勢，耐貯運。果形近似 Sunrise，產量較 A_5 爲高（見表 6）。

（二）Kapoho×A_5（F_1）植株矮性，果肉金黃色（Kapoho果肉爲金黃色），含水量少，果形近似 Kapoho，較 Kapoho 增大。產量較 A_5爲高（見表 6）。

表 6. $A_5 \times$ Sunrise (F_1), Kapoho $\times A_5$ (F_1) 與 A_5 第一年採收正常果數比較

(1973年六月至1974年六月)

Normal fruits harvested in the first cropping year

品種 Varieties	採果株數 Plants	採果數 fruits harvested	平均每株採果數 fruits harvested/plant	300g. 以下果數 fruits<300g.	300g. 以上果數 fruits>300g.
A_5	5	110	22.0	6.4	15.6
Sunrise	4	138	34.5	—	—
$A_5 \times$ Sunrise (F_1)	5	253	50.6	4.0	46.6
Kapoho $\times A_5$ (F_1)	5	142	28.4	6.4	22.0

上表中親本 A_5 與 Sunrise 之平均每株採果數各爲22，34.5。但雜交第一代$A_5 \times$Sunrise (F_1) 之平均每株果數爲50.6，較親本 A_5 增加23.6，較親本 Sunrise 增加 16.1；Kapoho$\times A_5$ (F_1) 之平均每株採果數爲28.4，較親本 A_5 增加 6.4。此等雜交一代 (F_1) 之採果數均較產量最低之親本 A_5 爲高，則無疑問。

至於果實大小情形，據表 6 顯示，A_5, $A_5 \times$Sunrise (F_1) 與 Kapoho$\times A_5$ (F_1) 所採 300g. 以上果實各爲15.6，46.6，22.0。知 $A_5 \times$Sunrise (F_1) 較親本 A_5 增加31.0果；Kapoho$\times A_5$ (F_1) 較親本 A_5 增加6.4果，均有增加趨勢，而以 $A_5 \times$Sunrise (F_1) 之成績爲最佳。

討論

夏威夷栽培之木瓜，以 Solo 爲主[3]。有兩型：一爲兩性花型 (hermaphroditic type) 或完全花型 (perfect type)；一爲雌性花型 (female type)。兩性花型木瓜生產之果實較小，呈梨形，爲栽培者與消費者所歡迎；雌性花型果實圓形，結果較兩性花型者爲少，無企業性栽培價值[3]。

夏威夷對木瓜育種之目的，以鮮果外銷需要條件爲主[3]，注重果肉質地 (Flesh texture)、含糖量、果實形狀、果實大小以16～25英啢 (Ounce) 爲最適合市場需要；另一目的爲減少或消除果實之變異心皮 (Carpellody) 與不稔性 (Sterility) 等缺點。變異心皮之產生，與雄蕊之不正常發育成心皮狀有關，即雄蕊變異成果實之一部份，使果實變成畸形 (Deformation)。此等畸形果實在夏威夷俗稱爲貓面果 (Cat-face fruits)，有時與雌花果形相似，均無市場價值。

變異心皮之引起，據夏威夷觀察，認爲與環境之影響有關[3]，以在高溫地區產生之品種種植於寒冷地區者，特別顯著。不稔性之意義爲正常生產之兩性木瓜，變爲雄性 (maleness) 之現象，不生產兩性花 (hermaphroditic flowers) 而祇生產雄性花 (male flowers)。高溫與乾旱天氣認爲有促成不稔性之作用[3]。不同品種木瓜發生不稔性與變異心皮之程度不同。育種與選種可減少此等特性之程度。

臺灣嘉義地區，自十月開始乾季，至翌年五月開始雨季；氣溫自十月開始隨之逐漸降低，至翌年三月氣溫開始轉暖，在此長期之乾旱與低溫影響下，木瓜植株之生長與果實之發育，受到嚴重阻碍，而性變花型之產生，極爲顯著。

木瓜是一熱帶果樹，有週年開花習性。臺灣嘉義地區，由於自十月後之長期乾旱與寒冷，嚴重限制

木瓜之生長，減少花芽分化，直接影響果實之生產，雖在人爲管理情形下，加强施肥與灌溉，可稍促進木瓜之生長而增加其花芽之產生與結果數，又因十一月中旬以後至翌年三月以前，嘉義地區之平均氣溫，均在 20°C 以下 (7)，由此低溫引起性變所產生之花芽結成果實，有27%爲五雄蕊型（pentandria）果實，69%爲變異心皮型果實，均無市場價值，祇4%爲正常果實。又經過低溫期發育之果實，其成熟所需日數，由正常之4～5個月，延長爲7～8個月；果實糖度則由正常之15～17度（Brix）降低爲9～11度，品質低劣，同樣無市場價值。

在臺灣嘉義地區，木瓜所產生之正常果實約自三月中旬以後開始，至十一月中旬前分化之花芽所結成者；但至九月以後開花者，由於天氣乾旱與寒冷影響，果實發育減慢，常延續至翌年三月中旬以後，氣溫轉暖時成熟，雖有不少正常果形之果實，亦因果實表皮所形成之斑點（freckles）、果肉硬塊（lump）(4)、糖度減低(3)等原因，而失却其商品價值。是以臺灣嘉義地區木瓜正常果實之採收期，約自八月中旬至十二月中旬，爲期不過四個月，僅及夏威夷之三分之一。實際具有市場價值之果實產量，因果形較小，則不及五分之一。

爲求改善 Kapoho 品種之初期生長過於旺盛，着果部位過高，與減少 Sunrise 品種之果肉含水量，增加其耐貯運能力，作者用植株矮性，果肉含水量最低之 A_5 品種，分別與之雜交，據第一代（F_1）所表現者爲：植株之矮性爲顯性；果肉之黃色對紅肉爲顯性；果肉含水量低者與含水量高者雜交，第一代之果肉含水量有減少趨勢，可作爲今後改良木瓜品種之參考。

臺灣中南部氣候，對於熱帶性之木瓜，雖不能謂適合，但由於已往栽培歷史頗久，且甚普遍，民間有食用之嗜好，內銷需用量頗多，似仍有栽培生產，供應內銷之必要。惟已往種植木瓜，祇重視產量，不注意品質，對於市場所講求之果實大小，與形狀之美觀，以及果肉含水量與耐貯運能力等特性，素未顧及，致品種混雜，良莠不齊，漫無標準。自1967年中華民國園藝作物考察團引進夏威夷之外銷木瓜品種後，發現其果實商品條件，極爲優越，廣受市場消費者所歡迎，但據試種結果，獲悉因氣候影響，產量甚低，經濟收益嫌輕，難爲栽培者所接受，因此推廣受阻，無法獲致企業性之發展。是以如何使此等品質優越之木瓜品種，改善其產量，符合企業性栽培者之要求，應爲臺灣今後從事木瓜品種改良之重要課題。

結　論

（一）自夏威夷引進之外銷品種木瓜，在嘉義農業試驗分所試種結果，認爲以 Kapoho, Sunrise 與 A_5 等三品種之品質較優，但仍各有缺點。Kapoho 之缺點爲植株初期生長過於旺盛，初期着果部位過高，果形嫌小；Sunrise 之缺點爲果肉含水量甚高，不耐貯運；A_5 之缺點爲產量甚低，受低溫影響後，產生之畸形果數最多。

（二）夏威夷品種木瓜在嘉義農業試驗分所栽培者，受低溫影響後，花芽之性變情形極爲顯著，所結果實中，五雄蕊型果數佔27%；變異心皮果數佔69%；正常果數（花具10雄蕊）祇4%。

（三）自開花至果實成熟所需日數，在高溫時期爲132～146日，經過低溫時期者爲160～237日，延長生育日數達 28～105日。

（四）在低溫期成熟之果實，其糖度有降低趨勢，降低程度依品種而異。據本研究測定結果，A_5 降低幅度爲 40%；Sunrise 爲30%；$A_5 \times$ Sunrise（F_1）爲36%；Kapoho $\times A_5$（F_1）爲37%。糖度降低後之果實品質甚劣。夏威夷歐胡島（Oahu）之 Waimanalo 所種木瓜，不同季節糖度之差異爲3.5% (3)。

（五）Kapoho 品種木瓜之兩性植株，在不同時期開花出現之正常花形（具10雄蕊）與性變花形（雄蕊數少於10，不包括不稔性之雄性花數）數各爲51.1%與48.9%。幾每月均有性變花形出現；以七月間開花者爲最少，佔1.6%；四月間開花者爲最多，佔100%。

(六) Sunrise, Kapoho 與 A_5 在嘉義農業試驗分所開始結果後之第一年，平均每株採收之正常果數各爲47.8，59.2，46.0，但平均每株果重達 300g. 以上，適合市場需要之正常果數各祇31.3，16.0，16.0。

(七) 自本研究所用夏威夷木瓜品種間之雜交第一代 (F_1) ，獲得下列表現：1.植株矮性爲顯性；2.果肉黃色對紅色爲顯性；3.果肉含水量低者與含水量高者雜交後，含水量有減低趨勢；4. 果實形狀、大小與產量有介乎兩親本之間之表現；5.A_5, Sunrise, $A_5\times$Sunrise(F_1)與 Kapoho$\times A_5$ (F_1) 之第一年生產正常果數，平均每株各爲22.0，34.5，50.6，28.4，其中果重在 300g. 以上，合乎市場需要者各爲15.6，一，46.6，22.0，以 $A_5\times$Sunrise (F_1) 之成績爲最優。 6.$A_5\times$Sunrise (F_1) 與 Kapoho$\times A_5$ (F_1) 之果實耐貯運能力，與最耐貯運之 Kapoho 比較，幷無差異。

參 考 文 獻

1. Roy W. Harkness (1955) : Papaya growing in Florida, Circular 133, Agricultural Experiment Station, Gainesville, Florida.
2. Report on the results of exploring horticultural varieties by the Horticultural Crop Survey Team of the Republic of China (1967), JCRR Project: 67-A13-A-1805.
3. Papaya in Hawaii (1970): Circular 436, Cooperative Extension Service, University of Hawaii.
4. R. B. Hine, O. V. Holtzmann and R. D. Raabe (1965) : Diseases of papaya (Carica papaya L.) in Hawaii, Bulletin 136, Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii.
5. Minoru Awade and warren S. Ikeda (1957): Effects of water and nitrogen application on composition, growth, sugar in fruits, yield and sex expression of the papaya plants (Carica papaya L.), Technical bulletin, 33, Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii.
6. A. H. Lange (1961): Factors affecting sex changes in the flowers of Carica papaya L., Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol. 77.

7.農家便覽第六版。

PERFORMANCES OF HAWAIIAN PAPAYAS AND THEIR FIRST GENERATIONS (F_1) OF CROSS HYBRIDS GROWN AT CHIA-YI, TAIWAN[1]

by

C. C. Chang and C. C. Wu[2]

SUMMARY

1. Among the papaya varieties of Hawaiian strains introduced from Hawaii in 1967, the Kapoho, Sunrise and A_5 were found to be better in fruit qualities and more suitable to grow at Chia-Yi Agricultural Experiment Station, but each of the three varieties has shown the qualified satisfactions. The Kapoho variety has been, in most time, to have the first fruits very highly setting on the plants attributing to the vigorous growth of the young plants, and the fruits tended to be smaller; The Sunrise variety was to have its fruits with most water content, and the A_5 variety, dwarfish in growth, selected from the seeds of some fruit bought in a super market in Honolulu, when the Author was in Hawaii in 1967, has been poor in yield and produced most carpellodic fruits attributing to the influence of the low temperature in the winter at Chia-Yi.
2. The low temperature in the winter at Chia-Yi, has evidently induced the production of sex changed flowers and carpellodic fruits formed on the tree. According to this experim ent, it was found that the Hawaiian papayas could produce in the winter of the first cropping year, 27% of pentandria fruits, 69% of carpellodic or deformed fruits and 4% of normal fruits.
3. The fruits matured in 132-144 days since the flowers opened in the warm season, if the fruits developed through a period of cold weather, they would delayed to come to mature and 160-237 days were required.
4. Sugar content of the fruit developed during the cold season tended to decrease from 17-16° Brix to 11-9° Brix, when it matured. Fruits of different varieties had different degrees of diminution of sugar content. The range of diminution of sugar content of the fruits of A_5 was 40% ; Sunrise, 30% ; $A_5 \times$ Sunrise (F_1) , 36% and Kapoho $\times A_5$ (F_1), 37%, while that of the varieties grown at Waimanalo, Oahu, Hawaii was 3.5%. Qualities of the fruits with diminished sugar content became much inferior.
5. Hermaphroditic plants of Kapoho variety was found to produce sex changed flowers at any season of the year. The lowest percentage of the sex Changed flowers opened in July was 1.6, while the highest percentage of the sex changed flowers opened in April was 100.
6. Average numbers of the normal fruits of the Sunrise, Kapoho and A_5 varieties, harvested in the first cropping year were 47.8, 59.2, 46.0 respectively, but the average numbers of the normal fruits of the same varieties with the weights more than 300 grams, or

suitable to the requirements of the market were 31.3, 16.0 and 16.0 respectively.

7. Perfomances of the F_1 of cross-breeding with the Hawaiian varieties have shown as; (1) dwarf in plant growth is dominant, (2) yellow color of the fruit flesh is dominant over the red color, (3) water content of the fruit flesh tended to diminish, when the variety of the lower water content crossed with the variety of the higher water content, (4) fruit size, shape, and yield tended to be intermediate between the parentages, (5) the average numbers of the normal fruits produced in the first cropping year by the varieties A_5, Sunrise, $A_5 \times$ Sunrise (F_1) and Kapoho $\times A_5$ (F_1) were 22.0, 34.5, 50.6 and 28.4 respectively. Yield of $A_5 \times$ Sunrise (F_1) is better. (6) Shipping qualities of the fruits of $A_5 \times$ Sunrise (F_1) and Kapoho $\times A_5$ (F_1) were about the same as that of the Kapoho variety.

---

1. Research report serial No. (Q) 680
2. Horticultist and Assistant, Chiayi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, respectively.

氮、磷、鉀三要素對印度鬱金產量及薑黃素含量之影響[1]

劉連勝　楊永裕　徐原田[2]

一、緒　言

印度鬱金（*Curcuma longa* Linn）之塊根爲製造調味料、咖喱粉之原料，含有薑黃素是一種芳香興奮劑，據刈米達夫、木村雄四郎（1959）之研究，具有健胃、止痛、通經之醫效，並可作食用黃色染料及化學原料，用途殊廣。根據臺灣銀行民國六十年進出口結匯統計，本省自國外進口者在十萬美元以上。印度鬱金在外國如日本、美國、香港及歐洲市場需要量亦頗鉅，近年來各國的消費量年年激增，外銷前途非常好。

印度鬱金原產於印度，民國五十九年本所自印度引進兩個品種，①印度橙黃種（Orange yellow），主產於印度馬達拉斯；②印度鮮黃種（Lemon yellow），主產於印度那格浦爾，經過兩年之品種栽培試驗結果，以印度橙黃種之生育最好，所含之薑黃素（Curcumin）最高，品質最優，可繼續栽培研究，以充實本省市場所需，並可拓展外銷。爲探求其產量構成因素，故筆者進行本試驗，期望了解氮、磷、鉀三要素及不同施肥量對印度鬱金塊根產量及薑黃素含量之影響，以確定適當之施肥量，作爲栽培推廣之依據。

二、材料與方法

（一）試驗材料：印度鬱金橙黃種（Orange yellow）

肥料：硫酸銨（含氮21%）過磷酸鈣（含P_2O_5 18%），氯化鉀（含 K_2O 60%）

（二）試驗方法：

本試驗自民國六十二年四月二十一日在臺北本所播種，同年十二月一日收穫，生育日數 225 天，採用 3 × 3 複因子試驗，逢機完全區集設計，肥料三要素施用量分0，60，120公斤／公頃三種處理，四重複，施肥量如附表一，小區面積爲 5 公尺×60公分＝3 平方公尺，株距30公分，畦寬60公分，每畦種15株，肥料在播種時施下四分之一作基肥，其餘在七月十二日，八月十二日，九月十二日，分三次追肥施用，田間管理依照一般方法管理，沒有病蟲害發生。

表一、氮、磷、鉀三要素施肥量表

處理名稱	三要素施肥量（公斤／公頃）			處理名稱	三要素施肥量（公斤／公頃）		
	N	P_2O_5	K_2O		N	P_2O_5	K_2O
$N_1P_2K_3$	0	60	120	$N_2P_2K_1$	60	60	0
$N_1P_3K_2$	0	120	60	$N_2P_2K_3$	60	60	120
$N_2P_1K_3$	60	0	120	$N_2P_1K_2$	60	0	60
$N_2P_3K_1$	60	120	0	$N_3P_3K_2$	60	120	60

本試驗之完成得行政院國家科學委員會之補助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第六八一號。

2.臺灣省農業試驗所技士、技正、技佐。

$N_3P_1K_2$	120	0	60	$N_1P_2K_2$	0	60	60
$N_3P_2K_1$	120	60	0	$N_3P_2K_2$	120	60	60
$N_1P_1K_1$	0	0	0	$N_3P_3K_3$	120	120	120
$N_1P_1K_2$	0	0	60	$N_3P_3K_1$	120	120	0
$N_1P_1K_3$	0	0	120	$N_3P_3K_2$	120	120	60
$N_1P_2K_1$	0	60	0	$N_3P_1K_3$	120	0	120
$N_1P_3K_1$	0	120	0	$N_3P_2K_3$	120	60	120
$N_2P_1K_1$	60	0	0	$N_1P_3K_3$	0	120	120
$N_3P_1K_1$	120	0	0	$N_2P_3K_3$	60	120	120
$N_2P_2K_2$	60	60	60				

三、結果及討論

印度鬱金適合於亞熱帶性氣候，本省各地皆可栽培，唯中南部多季雨量少，更適合種植。今將生育調查、產量及薑黃素含量分析結果報告如下：

（一）肥料三要素對印度鬱金株高之影響

印度鬱金之葉片大而少，其株高受肥料三要素之影響大，試驗結果如表二。不施肥區株高平均僅33.11公分，而施肥區以$N_3P_3K_3$之株高平均最高86.8公分，經變方分析結果由表三得知，氮肥之主效應極顯著，換言之，施氮肥可促進印度鬱金株高之生長，氮肥與鉀肥之間有交感效應存在，NPK三因子之二次交感效應顯著，表示同時施用 NPK三要素對印度鬱金之生長有顯著效果。

表二、印度鬱金株高調查表

單位：公分

處理 \ 重複		I			II		
N \ P \ K		K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	32.23	40.21	43.56	31.35	42.48	45.75
	P_2	38.45	44.65	46.78	37.46	45.07	47.86
	P_3	39.55	45.79	48.58	39.58	46.75	47.95
N_2	P_1	48.62	49.32	51.67	46.78	48.83	52.74
	P_2	58.78	64.34	75.48	59.51	65.56	74.58
	P_3	59.65	68.73	76.96	59.66	67.58	78.75
N_3	P_1	60.33	62.86	70.57	61.45	60.58	71.65
	P_2	78.33	83.25	86.46	76.43	82.55	85.43
	P_3	77.69	82.76	87.05	78.58	83.86	86.79

處理 \ 重複		Ⅲ			Ⅳ		
N \ P \ K		K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	35.62	42.16	44.56	33.24	41.78	44.55
	P_2	39.47	46.23	45.88	36.55	44.35	48.33
	P_3	41.54	47.48	47.69	40.51	47.31	46.69
N_2	P_1	50.25	48.82	50.46	47.25	47.52	51.34
	P_2	58.96	66.15	73.25	60.14	65.36	73.49
	P_3	60.74	68.36	77.91	62.33	69.54	78.85
N_3	P_1	61.48	61.59	72.34	61.34	63.21	71.25
	P_2	74.15	80.25	84.33	77.65	81.25	84.39
	P_3	77.21	81.77	86.58	79.57	82.44	86.77

表三、印度鬱金肥料試驗株高變方分析表

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值 5%	理論 F 值 1%
區集	3	1362.6063	454.2021			
處理	26	92396.8635	3553.7255	28.574**	1.73	2.16
N	2	10567.1365	5283.5682	42.483**	3.17	5.04
P	2	1122.3059	561.1529	4.512*	3.17	5.04
K	2	813.1245	406.5623	3.269*	3.17	5.04
NP	4	1817.7802	454.4451	3.654*	2.55	3.70
NK	4	1252.1471	313.0368	2.517*	2.55	3.70
PK	4	712.8831	178.2208	1.433	2.55	3.70
NPK	8	2353.0615	294.1327	2.365*	2.12	2.86
機差	52	6467.1984	124.3692			
總計	107	118865.1070				

（二）肥料三要素對印度鬱金分蘖數之影響

印度鬱金之分蘖數和塊根之產量有關，分蘖數愈多，則塊根產量亦愈高，故在收穫前一個月調查

其分蘖數，如表四。不施肥區分蘖少，平均僅1.17株，而高肥區分蘖多，平均5.39株，經變方分析結果如表五。氮肥之主效應極顯著，表示增施氮肥可促進印度鬱金之分蘖，氮肥及鉀肥之交感效應顯著，換言之，施用氮肥及鉀肥，有利於印度鬱金之分蘖。

表四、印度鬱金分蘖數調查表

單位：株

處理 \ 重複		I			II			III			IV		
N \ P \ K		K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	1.10	1.21	1.34	1.23	1.34	1.55	1.05	1.40	1.58	1.31	1.42	1.53
	P_2	1.62	2.71	2.83	1.74	2.65	2.74	1.60	2.45	2.17	1.73	1.92	2.31
	P_3	1.73	2.25	2.69	1.65	2.46	2.78	1.58	2.50	2.45	1.84	2.33	2.68
N_2	P_1	1.91	2.06	3.79	1.7	2.60	3.52	1.76	2.62	3.03	1.93	2.69	3.55
	P_2	1.88	3.72	5.24	1.90	3.42	5.40	1.80	3.13	4.51	1.85	3.75	4.84
	P_3	2.35	3.66	5.30	2.33	3.51	5.21	2.41	3.42	4.67	2.40	3.74	5.06
N_3	P_1	2.26	3.80	4.21	2.41	3.76	4.36	2.32	3.74	4.50	2.51	3.96	5.17
	P_2	3.52	4.63	5.58	3.55	4.53	5.65	3.05	4.51	4.78	3.14	4.53	5.38
	P_3	3.71	4.84	5.62	3.65	4.69	5.46	3.66	4.79	5.00	3.78	4.85	5.49

表五、印度鬱金肥料試驗分蘖數變方分析表

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值 5%	理論 F 值 1%
區集	3	396.4551	132.1517			
處理	26	15821.3978	608.5153	18.742**	1.73	2.16
N	2	202.4375	101.2187	31.173**	3.17	5.40
P	2	227.2896	113.6448	3.495*	3.17	5.04
K	2	260.5393	130.2696	4.012*	3.17	5.04
NP	4	314.4395	78.6099	2.421	2.55	3.70
NK	4	397.0432	99.2608	3.057*	2.55	3.70
PK	4	300.3921	75.0980	2.313	2.55	3.70
NPK	8	457.1776	57.1472	1.760	2.12	2.86
機差	52	1688.3256	32.4678			
總計	107	20323.6503				

(三) 肥料三要素對印度鬱金塊根產量之影響

印度鬱金在冬季十二月莖葉全部枯乾爲收穫適期，掘取塊根，切去地上部之枯葉及鬚根，洗去泥

沙，陰乾後秤其重量，如表六。不施肥區產量低，小區面積生鬱金平均產量僅1.34 公斤，$N_2P_2K_3$之產量最高，平均9.87公斤，經變方分析結果如表七。鉀肥之主效應極顯著，氮肥與磷肥主效應顯著，表示增施鉀肥對印度鬱金塊根確有增產效果，與甘藷之塊根增產作用相似（張守敬1952）。氮肥與鉀肥，磷肥與鉀肥之交感效應顯著，NPK三因子之二次交感效應亦顯著，換言之，NPK 三要素對印度鬱金塊根產量皆有影響，適當之施肥量爲60：60：120公斤／公頃。

表六、印度鬱金塊根產量調查表

單位：公斤／小區

處理 \ 重複		I			II			III			IV		
N \ P \ K		K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	1.25	2.08	3.80	1.32	2.63	4.00	1.45	2.52	4.14	1.33	2.71	3.96
	P_2	1.43	2.23	5.13	1.38	2.75	5.12	1.67	2.69	5.25	1.46	2.84	4.88
	P_3	1.51	2.42	5.52	1.46	2.46	5.69	1.74	2.57	5.66	1.75	2.89	5.74
N_2	P_1	1.62	5.56	7.18	1.75	5.69	7.58	1.89	5.71	7.94	2.01	5.70	7.59
	P_2	1.87	6.54	9.82	1.89	6.71	10.02	2.06	6.82	9.98	1.96	6.81	9.65
	P_3	2.06	6.89	9.21	2.08	6.86	9.35	2.38	6.94	9.15	2.05	6.56	9.46
N_3	P_1	2.09	6.65	7.31	2.17	6.57	7.46	2.41	6.70	7.47	2.41	6.74	7.85
	P_2	2.21	6.82	8.32	2.34	6.70	8.55	2.43	6.94	8.58	2.44	6.79	8.46
	P_3	2.35	7.08	8.14	2.55	7.12	8.25	2.54	7.35	8.34	2.65	7.21	8.33

表七、印度鬱金肥料試驗產量變方分析表

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值 5%	理論 F 值 1%
區集	3	1070.2596	356.7532			
處理	26	39531.1150	1520.4275	20.156.**	1.73	2.16
N	2	710.8758	355.4379	4.712*	3.17	5.04
P	2	598.0288	299.0144	3.964*	3.17	5.04
K	2	1471.3864	735.6932	9.753**	3.17	5.04
NP	4	707.2596	176.8149	2.344	2.55	3.70
NK	4	1111.2716	277.8179	3.683*	2.55	3.70
PK	4	1078.9936	269.7484	3.576*	2.55	3.70
NPK	8	1660.1295	207.5162	2.751*	2.12	2.86
機差	52	3922.4900	75.4325			
總計	107	51861.899				

（四）肥料三要素對薑黃素含量之影響

經調查後之印度鬱金塊根每小區秤取生鬱金一公斤，搗碎以後加入丙酮爲溶媒，作加熱回流抽出，直至完成抽出爲止，抽出液經減壓濃縮，至溶媒除盡，倒入樣品試管，經眞空乾燥，再用自動天平精確秤重，所得結果如表八。其中不施肥區之薑黃素含量最低，平均爲 2.51 公克，施肥區$N_3P_3K_3$平均爲 4.826 公克，含量最高，經變方分析結果如表九。鉀肥之主效應顯著，其餘之效應不顯著，表示鉀肥可提高薑黃素之含量，其原因爲何，尙待進一步之研究。

四、摘　要

爲探求氮、磷、鉀三要素對印度鬱金產量及薑黃素含量之影響，採用印度鬱金橙黃種爲試驗材料於民國六十二年四月二十一日在臺灣省農業試驗所臺北本所播種，同年十二月一日收穫，生育日數爲225天，試驗結果摘述如下：

1. 印度鬱金之株高、分蘖數受氮肥及鉀肥之影響顯著。
2. 增施鉀肥對印度鬱金塊根產量確有增產效果，適當之施肥量爲N:P:K=60.:60:120，（公斤／公頃）
3. 印度鬱金薑黃素之含量受鉀肥之影響顯著。

表八、印度鬱金肥料試驗薑黃素含量調查表　　單位：公克

處理 \ 重複		Ⅰ			Ⅱ		
N \ P \ K		K_1	K_2	K_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	2.012	3.221	3.473	2.017	3.285	3.693
	P_2	3.113	3.314	3.425	3.036	3.437	3.756
	P_3	3.212	3.117	3.314	3.144	3.245	3.758
N_2	P_1	3.313	3.414	3.568	2.453	3.582	4.691
	P_2	3.245	3.712	4.558	3.556	3.853	4.697
	P_3	3.722	3.813	4.215	3.921	4.121	4.621
N_3	P_1	3.234	4.257	4.013	3.796	4.036	4.541
	P_2	3.355	4.621	4.321	3.012	4.264	4.756
	P_3	3.855	4.164	4.713	4.146	5.112	5.131

處理 \ 重複		Ⅲ			Ⅳ		
N \ P \ K		N_1	N_2	N_3	K_1	K_2	K_3
N_1	P_1	2.956	3.246	3.587	3.055	3.354	3.749
	P_2	3.057	3.591	3.964	3.093	3.476	3.143
	P_3	3.173	2.789	3.215	3.324	3.512	3.578

N_2	P_1	2.578	3.754	4.800	2.672	3.592	4.363
	P_2	3.469	4.012	4.934	3.718	4.157	4.671
	P_3	3.615	4.326	4.431	3.646	4.718	4.953
N_3	P_1	4.012	4.154	4.734	4.113	4.256	4.212
	P_2	3.973	4.956	4.784	4.218	4.612	4.996
	P_3	4.017	4.556	4.569	4.612	4.715	4.893

表九、薑黃素含量變方分析表

變異原因	自由度	平方和	均方	實測 F 值	理論 F 值 5%	理論 F 值 1%
區集	3	640.3245	213.4415			
處理	26	17051.6086	655.8311	10.326**	1.73	2.16
N	2	400.3834	200.1917	3.152	3.17	5.04
P	2	276.1528	138.0764	2.174	3.17	5.04
K	2	605.6562	302.8281	4.768*	3.17	5.04
NP	4	517.2646	129.3117	2.036	2.55	3.70
NK	4	618.6127	154.6532	2.435	2.55	3.70
PK	4	544.6841	136.1710	2.144	2.55	3.70
NPK	8	567.5486	70.9436	1.117	2.12	2.86
機差	52	3302.6552	63.5126			
總計	107	24524.8727				

五、參考文獻

1.刈米達夫、木村雄四郎 (1959) ：ウコン鬱金の生藥と藥理の研究。

2.許鴻源 (1968) ：中藥成分最近的研究。

3.李樹猷 (1970) ：現代中藥學。

4.趙梓芳 (1966) ：印度鬱金之引種栽培報告書。

5.甘偉松 (1969) ：藥用植物學。

6.張守敬 (1952) ：甘藷肥料三要素適量試驗。農業要覽1：313。

THE EFFECTS OF N,P AND K ON YIELD AND CURCUMIN CONTENT OF *CURCUMA LONGA* LINN

by

L. S. Liu, Y. Y. Yang and Y. T. Chu

Summary

This experiment was conducted to study the effects of N, Pand K, on the yield and Curcumin content of *Curcuma longa* Linn.

The variety of Orange yellow of *Curcuma longa* Linn used in this studies which was planted on Apr. 21, 1973 and harvested on Dec. 1, 1973 at TARI. The results are as follows:

1. The effects of N, and P on plant height, tillers of *Curcuma longa* Linn were signi ficant.
2. The yield of *Curcuma longa* Linn was increased when Potassium fertilizer applied. The best fertilizer combination is 60:60:120 kg/ha.
3. The content of curcumin of *Curcuma longa* Linn is affected by the application of potassium fertilizer.

坡地果園覆蓋種類對土壤水分肥力果實產量影響之研究[1]

張國勤　梁燦生[2]

一、緒　言

坡地農業已成爲本省當前農業建設的重點之一，但坡地栽培作物必須人工除草。近年來由於工業發展，農村勞力已感缺乏，利用植生或覆蓋方法代替除草（1.3.4.），既省工而又可防止水土流失。不過一般認爲覆蓋作物與主作物，有發生水分及養分競爭之情形，其爲攀緣性者，在高溫多雨季節，生長迅速即攀繞果樹，其對病蟲害抗性弱者，勢將誘致主作物之被害，或云對主作物有害(2)故農民多不願種植覆蓋作物。今後開發坡地之趨勢極爲明顯，但本省每年颱風季節帶來豪雨，對坡地土壤之破壞，爲坡地農業之絆脚石，故發展植生覆蓋之重要性不言可喻。各種覆蓋作物之優劣影響不同，個別之粗放觀察易於誘致錯覺，而得不正確之推論。

筆者就十餘年來覆蓋作物試驗工作之經驗，認爲精密之田間比較試驗，極爲重要，乃選擇已推廣而適宜之果園覆蓋作物數種，作精細之比較研究，以探討其對香蕉及柑桔生長之影響，水分養分競爭問題，同時研討何種覆蓋方式對香蕉與柑桔最爲適當，以期藉此建立果園完善之覆蓋制度，供今後研究及推廣之依據。

二、研究方法及步驟

（一）主作物種類及試驗地點　1.柑桔（椪柑）——臺中縣東勢地區舉行。　2.香蕉——南投縣集集地區舉行。

（二）處理共有6種不同處理：1.對照區（不種植覆蓋作物及不敷任何東西，而按一般農民慣例除草）。2.敷蓋區（敷蓋稻草10,000公斤／公頃，再加蓋打洞 P. E. 塑膠布）。 3.覆蓋作物第一區爲多年生豆科之營多藤（Desmodium Intortum）。 4.覆蓋作物第二區爲多年生豆科之山珠兒豆（Centrosema Pubescens）。5.覆蓋作物第三區爲多年生豆科之小卵葉藤（Desmodium buergeri）。6.覆蓋作物第四區爲多年生禾本科之巴喜亞草（Bahia grass）。

（三）設計　採用完全逢機區集排列，柑桔及香蕉田間設計分述於下：

1.柑桔（1）地形：丘陵22～25度之坡地上平臺階段。（2）樹齡：甲地爲6年生，乙地爲3年生。（3）土壤：甲地爲粘土，乙地爲粘質壤土。（4）行株距：5×2.5公尺。（5）小區面積：每小區4株果樹，面積50平方公尺，另兩邊各設緩衝帶1株，共計每小區6株，面積 75 平方公尺。（6）重複6次。

2.香蕉（1）地形：丘陵22～25度之坡地。（2）樹齡：新種。（3）土壤：粘質壤土。（4）行株距：2.5×2.5公尺。（5）小區面積：每小區4株果樹，面積25平方公尺，另兩邊各設緩衝帶1株，共計每小區6株，面積37.5平方公尺。(6)重複6次。

（四）種植方法：1.覆蓋作物種植在樹冠投影以外之株際全面。2.豆禾科覆蓋作物在種植前，均

本試驗係作者（1）接受中正科學技術研究講座計畫之一，其經費係由農復會補助，本試驗期間蒙農復會植物生產組王技正新傳時加指導，本文又承校閱，深致謝意。

1. 試驗報告農試字第六八二號　2. 臺灣省農業試驗所技士、技佐

需施磷鉀肥作爲基肥，其用量每公頃過磷酸鈣300公斤，氯化鉀100公斤。在每年收刈後加施追肥一次，其用量爲每公頃尿素50公斤，過磷酸鈣200公斤，氯化鉀50公斤。3.主作物柑桔與香蕉之肥料，係按照一般標準量施用，每株每次之施肥量均勻撒施。

（五）覆蓋作物處理方法：

1.豆科作物每次僅刈取上面三分之二莖蔓，留近基部三分之一莖蔓，促其繼續復生生長。

2.禾本科作物全面收刈。3.將每次收刈物覆蓋果樹之樹冠投影範圍內。

（六）土壤水分測定方法：覆蓋作物生長蓋滿園地後，每月測定土壤含水量一次，但在連續10天無降雨條件下採土。利用萬能水分計（Radiation Moisture Balance）測定其含水量。採土位置在樹冠投影之邊緣，階段中線向陽一邊，深度爲0～15，15～30，30～45公分三層。

（七）土壤分析方法：

1.物理性質（1）機械組成用鮑氏比重計法。（2）團粒安定度用 Leo 氏法[7]。（3）孔隙度以土壤假比重及眞比重計算之，假比重係以自然土柱法（Natural core）測定之。

2.化學性質（1）PH、以1：1之土壤、水比例，用玻璃電極法，分爲0～15、15～30、30～45公分三層測定。（2）有機物用重鉻酸鉀法[5]，分爲0～15，15～30，30～45公分三層測定。（3）有效性磷用Bray氏第一法[5]，分爲0～15，15～30，30～45公分三層測定。（4）有效性鉀用 Mehlich 氏法[5]分爲0～15，15～30、30～45公分三層測定。

三、結果及討論

（一）覆蓋及敷蓋對於坡地果樹之生長，果實收量與品質之影響：茲將主作物香蕉及柑桔生育調查與果實產量統計分析結果列於表1及2。（見頁　）

根據表1所示結果，香蕉之生育情形，不論幹高或幹徑均以敷蓋區爲最優，出穗期及收穫期亦以敷蓋區爲早，對照區次之，其他各處理區均較差，尤以營多藤及巴喜亞草區爲最差。至於香蕉果實收量，以敷蓋區爲最高，對照區次之，而覆蓋作物處理區均較前兩者爲低，經變方分析結果，除第1代之收量已達顯著標準外，第2代之差異不顯著。

就甲、乙兩地各處理間柑桔果實產量以觀，小年產量變異缺乏規則，大年則以巴喜亞草覆蓋區產量有較低之趨勢，延長試驗年限，當可獲較可靠之結果。果實經品質分析結果，甲地之果皮厚度敷蓋區（處理2）及覆蓋作物區（處理3、4、5、6）均較對照區（處理1）爲薄，尤以巴喜亞草區（處理6）爲最薄。乙地之變化雖不甚規則，但仍以第6處理區爲最薄。就果汁含量而言，不論甲地或乙地，皆以敷蓋區（處理2）爲高，但果實成熟期則敷蓋區較對照區（處理1）爲晚，故其糖度較低。其他覆蓋作物處理者則無顯著之差異。若不分園別加以比較，果皮之厚度自處理1至處理6，順序爲3.53、3.53、3.46、3.40、3.37及3.16、1/100mm，而果汁量爲52.54、53.98、52.19、52.41、53.71及53.51%。至於樹冠之擴張，不論甲、乙地均以巴喜亞草覆蓋區爲最小。

表1. 香蕉之生育調查與果實產量

Table 1. Vegetative growth and fruits yield of banana

調查項目 Item / 處理 Treatment / 年度 Year	幹高 (公分) Pseudostem height (cm)		幹徑 (公分) Pseudostem perimeter (cm)		出穗期 Date of heading		收穫期 Date of harvesting		果實產量 公斤/株 Yield of fruit kg/per plant	
	1972 1st Generation	1973 2nd Generation	1972 1st Generation	1973 2nd Generation	1972 1st Generation	1973 2nd Generation	1972 1st Generation	1973 2nd Generation	1972 1st Generation	1973 2nd Generation
對照區 CK	188.0	262	53.6	66.7	Mid. May	Mid. Mar.	Mid. Aug.	Early July	4,816	9,106
敷蓋區 Rice straw mulching +Perforated PE film	207.0	274	57.9	72.4	Early May	Early Feb.	Late July	Mid. Jan.	4,932	10,734
營多藤區 Intortum clover cover cropping	176.0	261	51.2	65.8	Late May	Early May	Late Aug.	Mid Aug.	3,794	7,082
山珠兒豆區 Centrosema cover cropping	177.0	269	51.7	69.2	Late May	Early Apr.	Late Aug.	Late July	4,058	8,734
小卵葉藤區 Desmodium buergeri cover cropping	186.0	275	52.4	70.8	Mid. May	Early Apr.	Mid. Aug.	Mid. July	4,790	8,920
巴喜亞草區 Bahia grass cover cropping	179.0	268	50.5	68.6	Late May	Mid. May	Late Aug.	Late Aug.	3,364	7,736
L. S. D 5%									1.1065	N. S.
L. S. D 1%									1.4995	N. S.

〔註〕1.香蕉栽植日期：60年3月10日

2.幹高、幹徑之調查日期均爲出穗期。

表2. 柑桔之樹冠、產量及品質調查

Table 2. The canopy surface area and yield and quality of fruits of Ponkan

試地 Location	處理代號 Treatment	調查項目 Item / 年度 Year	樹冠面積 (M²) Canopy surface area			果皮厚度 (~~1/100~~mm) Thickness of rind			果汁量 (%) Juice			酸度 (%) Citric acid			糖度 (%) Sugar			果實收量公斤／株 Yield of fruit kg/per plant		
			1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
Ponkan land A	1		12,494	17,703	21,915	3.6	3.3	3.4	55.28	45.86	54.57	9.46	11.62	6.6	9.6	10.7	11.2	38.25	6.95	38.25
	2		12,632	17,187	21,983	3.6	3.1	3.4	55.93	49.01	53.30	9.79	12.81	5.6	9.2	10.8	10.8	36.75	7.13	28.88
	3		13,370	17,740	21,568	3.5	3.1	3.3	55.75	45.58	53.62	9.77	11.48	6.0	9.7	10.9	11.3	35.25	6.70	38.25
	4		11,799	17,265	21,278	3.6	3.1	3.5	56.41	46.61	54.63	9.17	11.27	6.2	9.7	10.6	10.9	36.00	8.63	31.13
	5		12,413	16,485	21,013	3.5	3.1	3.3	55.74	55.34	52.37	9.21	10.57	5.7	9.4	10.4	11.1	49.13	11.50	37.50
	6		12,539	16,198	20,222	3.7	2.9	3.3	55.58	53.80	54.76	10.49	11.90	6.2	9.7	11.0	11.2	34.50	5.20	30.75
L. S. D		5%																5.11	2.95	N. S.
		1%																6.99	4.05	N. S.
Ponkan land B	1		3,447	8,866	12,652	—	3.0	3.3	—	50.6	56.40	—	10.22	5.1	—	9.6	11.2	—	10.75	26.33
	2		4,671	9,111	13,258	—	2.9	3.6	—	54.7	56.95	—	9.94	4.7	—	9.0	10.3	—	12.50	28.25
	3		3,590	10,138	13,090	—	3.0	3.5	—	50.5	55.54	—	10.22	5.2	—	9.7	10.6	—	11.50	28.13
	4		2,758	5,563	11,950	—	3.3	3.7	—	49.5	54.91	—	11.97	5.9	—	10.1	11.2	—	5.13	22.38
	5		4,045	9,162	11,690	—	2.8	3.4	—	49.7	55.39	—	9.80	5.3	—	9.8	11.4	—	9.88	16.63
	6		3,478	7,821	10,840	—	2.7	3.2	—	48.5	54.92	—	12.53	5.3	—	9.8	10.8	—	10.00	14.08
L. S. D		5%																	4.23	N. S.
		1%																	5.80	N. S.

〔註〕樹冠面積計算方法係依據Dr. R. C. J. Koo(8)
其計算公式： $S=2\pi W/3h^3\,[(W/16+h^2)3/2-(W/4^3)]$
h＝樹高　　W＝樹寬。

（二）坡地果園各種覆蓋作物生長情形：茲將覆蓋作物之生長情形及其鮮莖葉收量列於表 3 。

表3. 覆蓋作物之生長情形及鮮莖葉收量

Table 3. Growth and gree—vegetation yield of cover crops

試地 Location	處理 Treatment	初期生長情形 Growth of initial stage	覆蓋程度 Degree of covering	刈後復生力 Regrowth vigor	鮮莖葉收量（公斤／公頃）Yield of green material (kg/ha) 第一次（61年10月）1stcutting(10/1972)	第二次（62年10月）2ndcutting(10/1973)
香蕉園 Banana land	營多藤 Intortum clover	+	+	+	1,320	2,850
	山珠兒豆 Centrosema	++	++	++	1,893	5,205
	小卵葉藤 Desmodium buergeri	++	—	—	1,573	2,343
	巴喜亞草 Bahia grass	+++	+++	+++	13,600	18,900
柑桔甲地 Ponkan land A	營多藤 Intortum clover	+	++	++	※	8,576
	山珠兒豆 Centrosema	++	++	++	4,406	8,063
	小卵葉藤 Desmodium buergeri	+	—	—	※	4,225
	巴喜亞草 Bahia grass	+++	+++	+++	10,656	16,706
柑桔乙地 Ponkan land B	營多藤 Intortum clover	++	+++	++	4,321	10,335
	山珠兒豆 Centrosema	++	++	+	3,643	7,820
	小卵葉藤 Desmodium buergeri	+	—	—	4,036	5,126
	巴喜亞草 Bahia grass	+++	+++	+++	15,607	21,430

〔註〕(1) 覆蓋作物種植日期：60年3月9、10日。

(2) +++表示最優，++表示次優，+表示中等

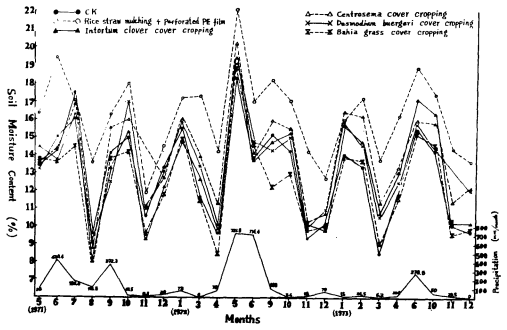
— 表示最差，※表示生育不良，未收刈。

根據調查結果，覆蓋作物之生長情形，均以巴喜亞草（第 6 處理）之生長勢爲最强，生草收量亦最高，超過豆科覆蓋作物達 2～6 倍之多。蓋因豆科品種在乾旱季節時，落葉甚多，且有部份莖蔓呈枯萎現象，同時爲促進其復生快，因此進行收刈時（於每年雨季過後），並不齊地全部刈起，僅刈地上部二分之一莖蔓而已，此亦爲豆科品種之生草收量普遍低落之部份原因，但巴喜亞草係全部齊地刈取。各處理之覆蓋作物經收刈後之復生情形，亦以巴喜亞草爲最强，豆科品種中則以營多藤爲最佳，山珠豆次之，而以小卵葉藤爲最差。禾本科巴喜亞草生長雖旺，產量亦高，但上節述及巴喜亞草覆蓋區之柑桔樹冠，三年內擴展最慢，果實產量亦有較低之趨勢，果皮亦較薄，香蕉生長情形及產量亦見低落，後節且示土壤水分亦以本處理爲最低，足見本草與主作物競爭水分及肥分之情形。且巴喜亞草地下走莖密佈，開孔施肥較爲不便，故不宜於作爲平臺面上覆蓋作物之用，但如作爲堵壁護坡或山邊溝之保護用，或屬理想。豆科覆蓋作物在香蕉園以山珠兒豆生長最佳，但有攀緣性，莖蔓易纏繞果樹，爲其缺點。柑桔園則以營多藤最爲良好，小卵葉藤雖初期生長尚佳，但經收刈後復生力甚差，甚至

小部份逐漸枯萎而死，當非理想覆蓋作物。

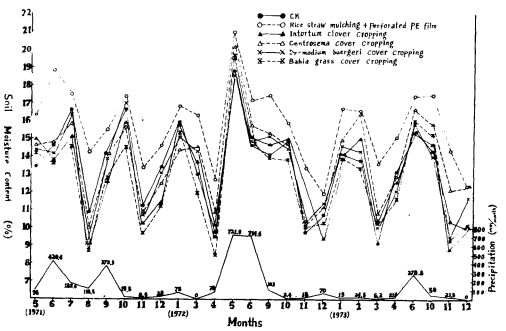
（三）植生覆蓋與敷蓋對於土壤物理性質之影響：

1.土壤水分：各層土壤水分含量之變遷情況列於圖1～9。



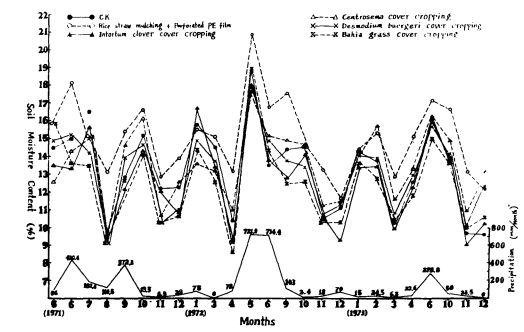
圖一、香蕉試地上層（0～15公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 1. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, banana land surface soils (0～15cm)



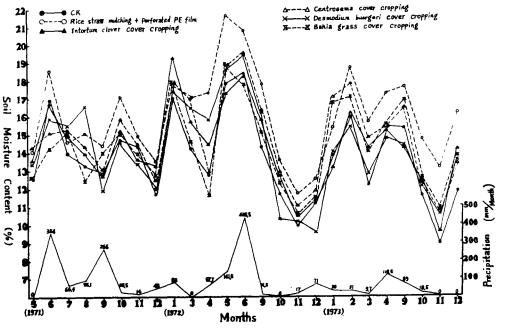
圖二、香蕉試地中層（15～30公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 2. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, banana land sub—surface soils (15～30cm)



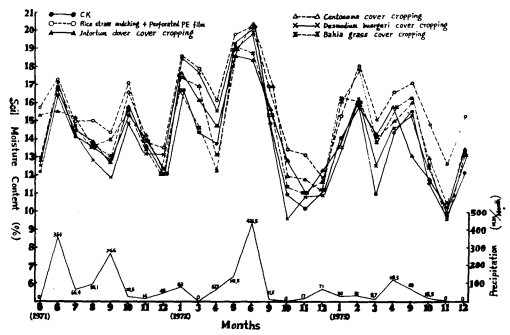
圖三、香蕉試地下層（30～45公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 3. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, banana land sub—soils (30～45cm)



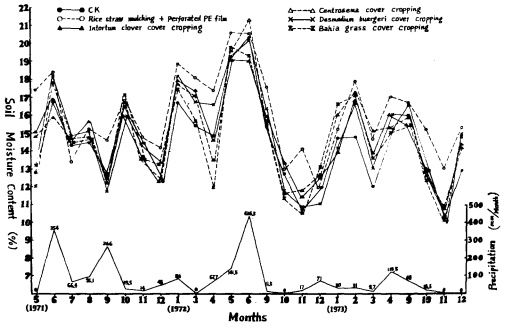
圖四、柑桔甲地上層（0～15公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 4. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land A surface soils (0～15cm)



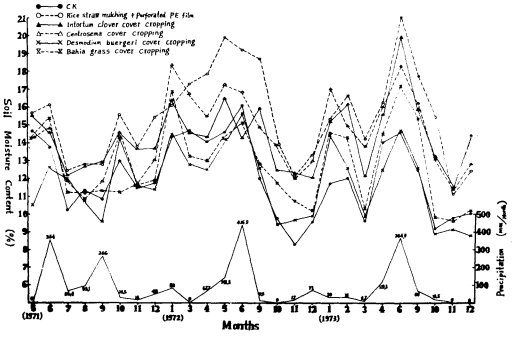
圖五、柑桔甲地中層（15～30公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 5. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land A sub—surface soils (15～30cm)



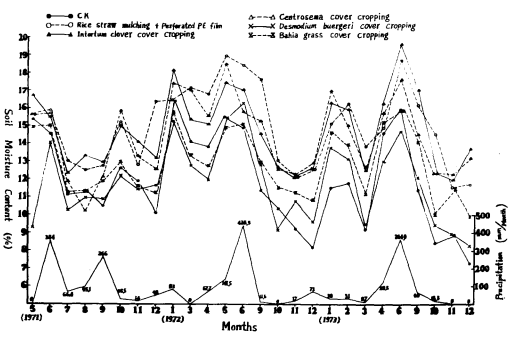
圖六、柑桔甲地下層（30～45公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 6. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land A sub—soils (30～45cm



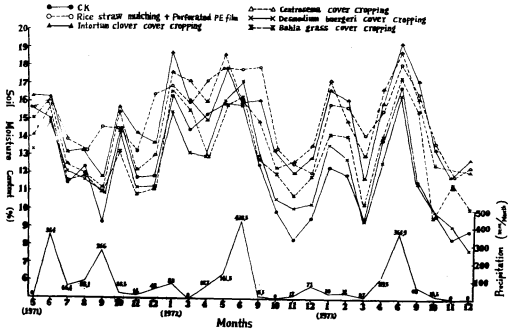
圖七、柑桔乙地上層（0～15公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 7. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land B surface soils (0～15cm)



圖八、柑桔乙地中層（15～30公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 8. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land B sub—surface soils (15～30cm)



圖九、柑桔乙地下層（30～45公分）土壤水分含量變異圖

Fig. 9. Variation of soil moisture content in relation to precipitation, Ponkan, land B sub—soils (30～45cm)

由圖1～9所示結果，可看出各處理間土壤水分變異情形大致爲：在香蕉園以敷蓋區（處理2）之水分含量最高，亦即對土壤水分保持效果最佳，山珠兒豆（處理4）次之，營多藤（處理3）及小卵葉藤區（處理5）又次之，而以對照區（處理1）及巴喜亞草區（處理6）之水分含量爲最低，亦即表示水分損失最大。若以不同土層比較，則各處理之土壤水分含量，在三層土壤中所表現之變異趨勢亦大致相似。柑桔園不論甲地或乙地，仍均以敷蓋區（處理2）之土壤水分最高，而對照區爲最低。在所有覆蓋作物處理中則以山珠豆之土壤水分最高，營多藤次之，巴嘉亞草又次之，而以小卵葉藤爲低（在柑桔甲地之營多藤及小卵葉藤區，其水分含量偏低，而與對照區相接近之原因，可能係該兩種覆蓋作物生長極爲不良，未達覆蓋效果所致）。由柑桔乙地之土壤水分含量變異情形（圖7～9）可看出豆科覆蓋作物之營多藤區及山珠兒豆區，在每年之乾季時（10月～2月）其土壤水分含量均與敷蓋區（處理2）極爲接近，更有高出敷蓋區者，由此可證明種植豆科覆蓋作物，在旱季非但不與主作物競爭土壤水分，尙有保持土壤水分之功能。再就6月及11月各園各處理各土層每次所測土壤水分之平均數以觀，計各地3年6月降雨量平均爲 413.6mm，而土壤自處理1至處理6水分（%）依次爲16.08，18.21，16.28，16.70，16.27，15.96，11月平均降雨量爲12.4mm，而土壤含水量順序爲10.18，12.82，11.37，11.39，10.28，10.45，其趨勢與上述情形極爲符合，足證覆蓋作物雖在旱季，仍不顯競爭水分之跡象。

2. 土壤假比重：土壤之假比重分析結果列於表4。

表4. 土壤假比重分析結果

Table 4. Apparent density of the soil

Location \ Treatment \ Depth \ Month/Year		2—7cm				7—12cm			
		10/1971	6/1972	12/1972	6/1973	10/1971	6/1972	12/1972	6/1973
Banana land	1	1.13	1.19	1.22	1.38	1.07	1.12	1.21	1.34
	2	1.11	1.16	1.22	1.39	1.10	1.14	1.18	1.27*
	3	1.09	1.13*	1.21	1.36	1.04	1.15	1.19	1.37
	4	1.11	1.19	1.19	1.35	1.06	1.14	1.15	1.33
	5	1.08	1.14	1.17*	1.37	1.01	1.12	1.19	1.30
	6	1.10	1.11**	1.24	1.36	1.04	1.12	1.19	1.37
	L. S. D 5%	N. S.	0.0583	0.0412	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	0.0618
	L. S. D 1%	N. S.	0.0789	0.0557	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	0.0836
Ponkan land A	1	1.04	1.15	1.18	1.32	1.04	1.16	1.16	1.32
	2	1.13	1.19	1.23	1.24	1.08	1.19	1.15	1.29
	3	1.07	1.15	1.24	1.31	1.04	1.15	1.14	1.30
	4	1.05	1.08	1.13*	1.31	1.08	1.12	1.11	1.27
	5	1.03	1.09	1.15	1.30	1.02	1.15	1.12	1.27
	6	1.05	1.07*	1.15	1.30	1.03	1.06*	1.10	1.25
	L. S. D 5%	N. S.	0.0618	0.054	N. S.	N. S.	0.0713	N. S.	N. S.
	L. S. D 1%	N. S.	0.0836	0.073	N. S.	N. S.	0.0964	N. S.	N. S.

Ponkan land B	1	1.06	1.19	1.24	1.32	1.07	1.16	1.22	1.31
	2	1.14	1.21	1.23	1.26**	1.09	1.22	1.22	1.36
	3	1.00*	1.14	1.26	1.31	1.06	1.09	1.16	1.34
	4	0.97**	1.09	1.22	1.31	0.98	1.08	1.21	1.31
	5	1.09	1.03**	1.21	1.28*	1.02	1.08	1.24	1.31
	6	1.03	1.09	1.25	1.29	1.03	1.05*	1.22	1.30
	L. S. D 5%	0.0859	0.1022	N. S.	0.042	N. S.	0.1103	N. S.	N. S.
	L. S. D 1%	0.1170	0.1394	N. S.	0.0576	N. S.	0.1505	N. S.	N. S.

表4所示，香蕉園在第一年各處理間對假比重影響不大，但在第二年（61年6月）開始，表土（2～7公分）以第6處理（巴喜亞草）爲最低，其次爲第3處理（營多藤），此兩者較對照區均達顯著。61年12月採樣測定結果，以第5處理（小卵葉藤）爲最低，較對照區有顯著差異，換言之，即各處理對土壤假比重均有相當影響，但尚未獲得一定之趨勢。柑桔甲地，除第一年外，在第二年開始凡處理區之土壤假比重均比對照區較低之趨勢，其中較明顯者爲第6處理（巴喜亞草）及第5處理（小卵葉藤），均較對照區顯著降低。柑桔乙地，在第一、二年各處理對土壤假比重似無影響，但至第三年起，第2處理（敷蓋區）顯然低於對照區，其他覆蓋作物之處理，對土壤假比重多有降低之趨勢，其中較明顯者爲第5處理（小卵葉藤）及第4處理（山珠兒豆）。

3. 土壤安定度：土壤之安定度分析結果列於表5。

表5. 土壤安定度分析結果（表土）

Table 5. Stability of surface soil

Location \ Month/Year / Treatment		10/1971	6/1972	12/1972	6/1973
Banana land	1	37,635	38,255	35,000	36,850
	2	33,595	32,030	42,940**	39,800
	3	45,030**	39,260	40,435**	38,480
	4	36,330	33,530	36,990	41,770
	5	34,595	38,660	36,235	40,480
	6	37,730	33,440	36,600	40,530
	L. S. D 5%	4.1238	3.1818	3.6051	N. S.
	L. S. D 1%	5.6489	4.3584	4.9384	N. S.
Ponkan land A	1	45,095	47,350	40,703	45,385
	2	43,745	44,100	42,915	45,460
	3	42,980	41,250	37,150	50,680
	4	48,895*	45,800	37,400	41,295
	5	44,110	43,350	37,975	41,590
	6	41,875	42,605	38,275	46,775
	L. S. D 5%	3.8444	N. S.	N. S.	N. S.
	L. S. D 1%	5.2662	N. S.	N. S.	N. S.

Ponkan land B	1	37,630	31,810	30,540	36,030
	2	37,200	31,950	33,845	39,640
	3	42,520	38,950	32,780	45,050
	4	45,520	47,865**	34,940	47,450*
	5	40,420	32,300	26,830	33,970
	6	41,220	30,530	34,080	40,165
	L. S. D 5%	N. S.	6.9617	N. S.	9.0826
	L. S. D 1%	N. S.	9.5363	N. S.	12.4425

根據分析結果，香蕉園以第3處理（營多藤）對土壤安定度影響最大，60年10月及61年12月採樣測定結果，均比對照區爲高，61年6月之土壤安定度，各處理間仍以第3處理爲最高，61年12月以第2處理爲最高，62年6月各處理間均比對照區爲高，但不顯著。柑桔甲地以第4處理（山珠兒豆）爲最高，其他處理間之差異均不顯著。柑桔乙地以第4處理爲最高，其中較對照區有顯著提高土壤安定度者，爲61年6月及62年6月所採取之土樣。

（四）植生覆蓋與敷蓋對於土壤肥力之影響

1. 有機物：土壤之有機質含量分析結果列於表6。

表6. 土壤有機質含量（%）

Table 6. Soil organic matter centent (%)

Location	Depth / Month/Year / Treatment	0—15cm			15—30cm			30—45cnm		
		10/1971	12/1972	6/1973	10/1971	12/1972	6/1973	10/1971	12/1972	6/1973
Banana land	1	2.11	1.36	1.90	1.68	1.14	1.79	1.28	1.00	1.97
	2	2.16	1.64	2.42*	1.64	1.55	2.20	1.60	0.96	1.75
	3	2.06	1.74	2.44*	1.46	1.23	2.07	1.17	1.08	1.97
	4	1.92	1.79	2.05	1.71	1.05	1.95	0.99	1.05	1.71
	5	2.20	1.70	2.29*	1.64	1.08	2.07	1.03	1.00	1.69
	6	2.03	1.58	2.20	1.63	1.13	2.08	1.05	1.06	1.94
	L. S. D 5%	N. S.	0.15	0.15	N. S.	0.25	N. S.	0.25	N. S.	N. S.
	L. S. D 1%	N. S.	0.20	0.20	N. S.	0.35	N. S.	0.35	N. S.	N. S.
Ponkan land A	1	2.21	1.95	2.37	1.99	1.74	2.18	1.59	1.54	2.10
	2	2.40	2.00	2.70	1.86	2.23	2.48*	1.43	2.03	2.65
	3	2.48	1.94	2.35	1.66	2.03	2.20	1.23	2.03	2.42
	4	1.85	2.14	2.20	1.69	1.74	2.27	1.35	1.63	1.92
	5	2.09	2.39	2.89*	1.89	2.00	2.55**	1.75	1.95	2.67
	6	2.50	2.06	2.85*	1.90	1.91	2.40	1.30	1.94	2.18
	L. S. D 5%	N. S.	N. S.	0.44	N. S.	0.29	0.25	0.25	0.29	N. S.
	L. S. D 1%	N. S.	N. S.	0.60	N. S.	0.40	0.35	0.34	0.40	N. S.

Ponkan land B	1	1.84	1.66	1.47	1.76	1.14	1.82	1.56	1.75	1.71
	2	2.26	1.85	2.61**	1.76	1.75	2.20	1.58	1.71	1.67
	3	1.93	1.96	1.84	1.80	1.61	1.95	1.46	1.56	1.81
	4	2.03	1.90	2.18*	1.86	2.01	1.95	1.59	1.83	1.80
	5	2.44	1.85	2.01	1.76	1.93	1.95	1.14	1.69	1.77
	6	1.80	1.60	2.34*	1.81	1.70	1.80	1.44	1.49	1.56
	L. S. D 5 %	0.63	N. S.	0.67	N. S.	0.44	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.
	L. S. D 1 %	0.86	N. S.	0.92	N. S.	0.60	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.

上表所示土壤有機質分析結果，土壤有機物之含量，變異性頗大。就大體言，香蕉自第三年開始，凡處理區均比對照區高，其中以第2處理（敷蓋區）、第3處理（營多藤區）及第5處理（小卵葉藤區）均達顯著。柑桔甲地以第5處理（小卵葉藤）及第6處理（巴喜亞草）均比對照區高；柑桔乙地以第2處理（敷蓋區）及第4處理（山珠兒豆）、第6處理（巴喜亞草）均比對照區爲高，均達顯著，故各覆蓋及敷蓋處理對土壤有機物之含量類能略予增進。

2. 土壤反應及有效性磷、鉀含量：土壤分析結果，簡列如表7。

表7. 土壤反應及有效性磷鉀含量

Table 7. Reaction and available K_2O and P_2O_5 of the experimental soils

Location \ Treatment / Item / Depth		PH			P_2O_5 (kg/ha)			K_2O (kg/ha)		
		0—15 (cm)	15—30 (cm)	30—45 (cm)	0—15 (cm)	15—30 (cm)	30—45 (cm)	0—15 (cm)	15—30 (cm)	30—45 (cm)
Banana land	1	5.1	4.9	5.0	40.73	38.13	35.61	214.63	160.57	180.66
	2	4.8	4.7	4.9	42.66	42.69	41.34	256.70	206.13	230.76
	3	5.1	5.3	5.1	54.15	49.31	46.37	213.24	191.63	204.76
	4	4.9	5.0	4.9	42.45	59.63	50.18	200.44	193.69	187.49
	5	4.7	5.0	5.0	45.84	51.00	45.82	189.04	176.87	203.32
	6	4.9	4.9	5.3	50.07	48.06	42.36	157.30	180.37	182.15
Ponkan land A	1	7.3	5.5	5.6	276.11	171.86	115.54	635.33	555.56	504.31
	2	6.1	5.5	5.9	429.35	303.94	236.82	897.46	735.07	715.69
	3	5.9	5.5	6.0	230.68	180.46	130.24	559.74	552.85	434.15
	4	6.7	6.8	6.2	129.97	181.48	159.69	591.86	536.35	467.30
	5	5.5	5.2	6.5	583.22	471.83	232.82	792.48	687.23	605.85
	6	6.3	5.4	5.9	217.20	259.85	171.70	529.38	483.97	436.36

Ponkan land B	1	5.5	5.4	5.0	124.15	118.59	132.40	638.16	623.36	558.48
	2	5.7	5.8	5.6	169.31	131.96	84.97	744.15	632.18	653.60
	3	5.3	5.2	5.2	87.10	582.17	50.81	598.77	523.36	534.99
	4	5.7	5.2	5.4	118.83	101.48	66.66	487.15	434.17	463.59
	5	5.1	5.2	5.1	216.15	132.11	105.18	435.09	412.37	463.84
	6	6.5	5.5	5.2	192.62	122.29	122.09	465.22	665.06	552.36

土壤反應變異性頗大，爲明瞭各處理對土壤反應之最後影響情形，表內僅舉最後一次之分析結果，顯示柑桔甲園施用石灰特多，乙園次之，香蕉園不施，其各處理對土壤反應之影響，尙無痕跡可尋。至於土壤有效磷、鉀含量，因香蕉園土壤原含鉀量較豐，柑桔甲、乙園施用多量磷、鉀肥料，以致處理間之影響未能顯現。

四、摘要及結論

本試驗之目的，在探討敷蓋及覆蓋作物對香蕉及柑桔生長之影響以及水分養分競爭問題，以供今後研究及推廣之依據。試驗設計採用完全逢機區集排列，重複6次，共有6種不同處理：（1）對照區（不種植覆蓋作物，亦不敷蓋任何東西，僅按一般農民之慣例行全面除草）。（2）敷蓋區（敷蓋稻草10,000公斤／公頃，再加蓋打洞PE塑膠布）。（3）多年生豆科之營多藤區(Intortum Clover)。（4）多年生豆科之山珠兒豆區（Centrosema）。（5）多年生豆科之小卵葉藤區（Desmodium buergeri)。（6）多年生禾本科之巴喜亞草區（Bahia grass）。

本試驗自民國60年春開始，在南投縣集集香蕉園及臺中縣東勢柑桔園實施，時經三載，計收穫香蕉果實二期及柑桔三期，所獲結果可得如下結論：

（一）香蕉果實產量及其生育狀況，敷蓋區或荳科作物覆蓋區與對照區比較時，其差異不顯著，但禾本科之巴喜亞草區確較對照區爲低。柑桔甲、乙兩地之果實產量均不規則，惟巴喜亞草覆蓋區產量有較低之趨勢。再就柑桔品質言，敷蓋區及覆蓋作物區較對照區果皮較薄而果汁較多，果實成熟期則以前兩者較後者爲晚，其中尤以敷蓋區最晚。

（二）覆蓋作物生長情形，在各種情形下均以禾本科巴喜亞草生長最旺，且產量亦高，但巴喜亞草覆蓋區之柑桔樹冠三年內擴展最慢，果實產量亦有較低之趨勢，果皮亦較薄。香蕉生長情形及產量亦見低落，同時土壤水分亦以本處理爲最低，足見本草與主作物競爭水分及其肥分之情形。且巴喜亞草地下走莖密佈，開孔施肥較不便，故似不宜於作爲平台面上覆蓋作物之用，但如作爲堵壁護坡或山邊溝保護用，或屬理想。至於豆科覆蓋作物，在香蕉園以山珠兒豆生長情形最佳，但有攀緣性，其莖蔓易纏繞果樹，爲其缺點。在柑桔園以營多藤最爲良好，小卵葉藤不論在香蕉園或柑桔園均生長不良，尤以收刈後復生力甚差。

（三）土壤理化性質分析結果，香蕉園及柑桔園各處理區土壤之有機質含量均比對照區爲高。香蕉園自第三年開始以第2處理（敷蓋區）、第3處理（營多藤區）及第5處理（小卵葉藤區）均比對照區爲高，差異均達顯著。柑桔甲地以第5處理（小卵葉藤）及第6處理（巴喜亞草）均比對照區高，柑桔乙地以第2處理（敷蓋區）及第4處理（山珠兒豆）、第6處理（巴喜亞草）均比對照區爲高，差異均達顯著。至於有效磷、鉀乃因果樹歷年皆多量施肥而不均勻，土壤間變異甚大，處理影響不明顯。土壤之假比重，在第一年各處理間影響不大，但至第二年開始均有相當減低之趨勢，並與對照區差異顯著。土壤安定度，在香蕉園以第3處理（營多藤）爲最高，柑桔園以第4處理（山珠兒豆）

爲最高，其餘各處理亦比對照區高。

（四）土壤水分之測定結果，不論香蕉園或柑桔園，其土壤水分含量均以敷蓋區（第2處理）爲最高，即表示敷蓋稻草及塑膠布對果園土壤水分保持效果最佳，但因現在塑膠布昂貴，稻草搬運又費工，因此成本高，目前不合經濟原則。覆蓋作物之處理區，以山珠兒豆區及營多藤區之土壤水分含量最高，小卵葉藤與巴喜亞草及對照區爲較低。

五、參考文獻

1. 萬鑫森（1969）：植生及覆蓋對坡地土壤滲透性之影響。中華農學會報新第67期
2. 廖綿潛（1969）：臺灣省應用水土保持方法之檢討。中華林學季刊第三卷第一期
3. 吉良八郎（1963）傾斜地果樹園の土壤保全。傾斜地果樹園藝，養賢堂
4. 柑キフ園の土壤管理。　廣島縣農地經濟部　技術シリーズ66
5. Black, L. A. editor in Chief. (1965) : Methods of Soil Analysis. No. 9, Sci. of Agronomy.
6. Snedecor, G. W. (1959) : Statistical Methods. the Iowa State College Press, Ames. Iowa.
7. Leo, M. W. M. (1963) : A Rapid Method for Estimating Structural Stability of Soils. Soil Sci. 96 : 342—346.
8. Dr. R. C. J. Koo (1967) : Effects of Soil Amendments on Soil Moisture and Growth of Young Orange Trees. Sci. Soc. of Fla.

EXPERIMENTS ON THE RELATIVE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT COVER CROPPING AND MULCHING PRACTICES IN SLOPE LAND ORCHARDS

By

K. C. Chang and T. S. Liang

Summary

The purpose of this experiment is to investigate the effects of mulching and cover cropping on the soil fertility and moisture condition as well as the growth of banana and citrus (Pongkan) so as to provide basic information for the practice of soil management in orchards. The experiment was conducted with six different treatments as follows :

1. CK, Untreatment, under usual practice of cultivation.
2. Rice straw mulching ; 10,000kg/ha of straw covered with perforated PE film.
3. Intortum clover cover cropping (Legume)
4. Centrosema cover cropping (Legume)
5. Desmodium buergeri cover cropping (Legume)
6. Bahia grass cover cropping (Herb)

Treatments were replicated six times with completely randomized design and were conducted for 3 years from 1971 to 1973. The results obtained from banana plantation in Nan—tou with two crop harvests and citrus orchard in Taichung with three crop harvests may be summarized as follows :

1. Both the fruit production and growth condition of banana crop were not significantly affeced by treatments other than Bahia grass cover cropping which somewhat reduced the yield of banana. Fruit production of citrus grown in different orchard showed irregular results except a tendency of reducing yield of the plots with Bahia grass cover cropping. Concerning the quality of citrus fruits, considering two orchard as a whole, in comparison with that of check plot, peel of mulching treatment was thinner and juice contents of mulching, *Desmodium buergeri*, and Bahia grass cover cropping were higher. However, the fruit maturity was somewhat delayed by the treatments especially the mulching treatment.
2. Bahia grass grew vigorously resulting in high fresh grass yield in any condition, but expanding rate of canopy surface area of treatment with Bahia grass cover cropping was the lowest among treatments in a period of 3 years, and this treatment resulted in a tendency of reducing yield of citrus fruits, made its peel thinner, and the growth and yield of banana were reduced too, and soil water content was the lowest among treatments. These were the evidences of competition of water and nutrient between the grass cover cropping and main crops. In addition, dense roots of Bahia grass make

fertilization inconvenience. So the grass may be an ideal protector for rise wall of bench terrace but will not be recommended as a cover crop on bench top. About legume cover crops, Centrosema grew better than other cover crops in banana plantation with a demerit of climbing twining habit on fruit trees. Intortum clover grew well in citrus orchard but *Desmodium buergeri*, grew poorly in both banana plantation and citrus orchard especially being poor in its regrowth vigor after mowing.

3. The effects of treatment on soil physical and chemical properties :

In each experimental cite, soil organic content was higher in all treated plots than in check plot. In banana plantation, organic content of mulching, Intortum clover and *Desmodium buergeri*, cover cropping plots was significantly higher than that of check plot. Organic content of *Desmodium buergeri*, and Bahia grass cover cropping plots of citrus orchard A, and mulching, Centrosema, and Bahia grass cropping plots of citrus orchard B were all significantly higher than that of check plot. Available K_2O and P_2O_5 content indicated a wide fluctuation and no significant difference among treatments. This may be due to uneven distribution of applied fertilizers. Soil bulk density of treated plots was significantly reduced beginning in second year of experiment in comparison with check plot. The aggregate stability of the treated soil was higher than that of the soil in check plot. Particularly, Intortum clover cover cropping of banana plantation and *Desmodium buergeri*, of citrus orchard were the highest in each orchard respectively.

4. Effects of treatments on soil moisture content :

Moisture content of the mulching plots was the highest. It means that mulching with rice straw then covered with PE film was the best way for conserving soil moisture. But high price of PE film and cost of transportation of rice straw at present time made this way uneconomical. Of the cover cropping treatments, Centrosema and Intortum clover plots were the treatments of higher soil moisture content ; and *Desmodium buergeri*, Bahia grass and check plots were the treatments with lower soil moisture content.

Mirex誘餌防治鳳梨園螞蟻試驗[1]

李 錫 山[2]

緒 言

粉介殼蟲 *Dysmicoccus brevipes* Ckll. 爲害所引起之鳳梨萎凋病，爲鳳梨最嚴重之病害。而粉介殼蟲之生存，係藉螞蟻之維護，故欲使鳳梨粉介殼蟲萎凋病防治獲得確切之效果，對鳳梨園螞蟻之防治應同時進行。

二十年來在臺灣推行於鳳梨園之螞蟻防治，多用氯化烴劑 (Chlorinated hydrocarbons)，如 DDT，Aldrin 等，尤以後者用得最多，效果非常良好。由於氯化烴劑有較長之殘效，其藥效在田間可維持數月之久。Gannon (1958) 發現 Aldrin 在土壤中部份氧化而爲 Dieldrin，使其藥效既長且毒，爲最佳之土壤害蟲殺蟲劑。

最近十年來，由於生態學家認爲殺蟲劑應用之後，不但破壞了生態環境，且產生環境汚染問題，因此對該類殺蟲劑之應用價值必需加以重估。許多先進國家，對以往被認爲殘效長之氯化烴殺蟲劑，均紛紛宣佈停止應用。因此，在本省應用於鳳梨園螞蟻防治多年之 Aldrin 亦擬停用，同時並加緊探求可替代之其他殺蟲劑，以免影響鳳梨事業之發展。

Lofgren *et al.* (1961)，Stringer *et al.* (1964)，Banks *et al.* (1973)，曾先後用 Mirex 在美國防治 Imported fire ants, *Solenopsis invicta* Buren，均獲優異效果。夏威夷鳳梨研究所亦於1966年開始用 Mirex 作鳳梨園螞蟻防治試驗，至1970年作較大面積防治試驗，以空中撒施，每英畝用 0.3% Mirex 2.5 磅，一次施用之後，幾可維持將近一年之久。現夏威夷已大面積採用 Mirex 替代氯化烴劑，防治鳳梨園螞蟻。

1972年8月，本分所接受惠豐股份有限公司委託，以 0.3% Mirex 作鳳梨園螞蟻防治試驗。茲將試驗結果報告如後。

材料與方法

臺灣鳳梨園之螞蟻，據記載有 *Pheidologeton diversus* Jerdon, *Anopholepsis longipes* Jerdon, *Camponotus friedae* var. *amia* Ferel 等種。供試殺蟲劑用 0.3% Mirex 誘餌，每公頃施用3公斤，及 40% Aldrin WP 每公頃施用5公斤，並以不施藥爲對照。試驗區設於本分所鳳梨園，供試鳳梨係在61年9月中旬種植，小區面積爲15×15公尺=225平方公尺，行距50公分，畦距100公分，株距30公分，每小區種鳳梨20行，兩列式，每行種50株，合計 1,000株，三處理，重複4次，計12小區，爲逢機完全區集設計。

施藥時間，原定在61年10月中旬舉行，但因新植鳳梨園螞蟻密度太低，且冬、春二季因氣溫較低，故螞蟻活動較少。至62年5月螞蟻密度增多時乃開始施藥。施藥量按已定之面積施用，每小區施用 Mirex 67.5 公克，手戴橡皮手套，均勻撒施。每小區施用 40% Aldrin WP 112.5 公克，加水 1,500cc 均勻噴於鳳梨園土面。

施藥前先調查每小區螞蟻之密度，調查方法，用粗鉛絲作成每邊各50公分之正方形框一個，放在鳳梨園地面，計算鉛絲框內活動之螞蟻數，在畦間之兩端各調查一處，隔畦調查，即每小區調查10處

1.試驗報告農試字第六八三號

2.臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所技正兼植物保護系主任

。施藥後10，30，60，100，和140天各調查一次，以測定該殺蟲劑之藥效可維持若干時日。

研究結果

據歷次調查結果列示如表1。就 Mirex 與 Aldrin 對螞蟻之防治結果比較之，前者之效果顯較後者爲差，收效亦遲，但二者藥效在臺灣南部夏季約可維持100天左右。據 Stringer (1964) 之解釋，Mirex 之殺蟻雖較遲緩，此亦係其優點，因其藥效若呈現得太快，則其他未死之螞蟻必不敢再接觸該誘餌，而致影響其誘殺之意義。

本試驗區因受場地之限制，致試驗區之面積太過狹小，由小區之中央至其邊緣平均僅有 7.5公尺，距離太短，隣區之螞蟻容易互爲侵入，因而影響調查時該區實際之螞蟻密度。

表 1. Mirex 誘餌防治鳳梨園螞蟻結果

Table 1. Results of ant control in pineapple field by mirex bait

調查時間 Counted at indicated dates	螞蟻平均數／0.25平方公尺 Avg. No. of ant/0.25m²		
	Mirex	Aldrin	Check
5/V/1973 處理前 Pretreatment	46.25	42.00	45.50
18/V 處理後10天 10 days after treatment	11.25	7.25	29.95
7/VI 處理後30天 30 days after treatment	2.25	0.50	2.50
7/VII 處理後60天 60 days after treatment	9.75	8.50	17.25
16/VIII 處理後100天 100 days after treatment	2.75	0.75	4.00
25/IX 處理後140天 140 days after treatment	15.25	11.00	13.00

另一現象爲處理前調查時，各試區螞蟻密度均甚相近。處理後，在施藥區之螞蟻密度固因受藥劑之影響而下降，但對照區之螞蟻亦有相對下降之趨向。此種原因，可能亦如前述受試區狹小之影響，因對照區雖無施藥，但 Mirex 乃係誘餌，所以在對照不施藥區之螞蟻，可能被誘而至 Mirex 區，將誘餌搬回對照區蟻窩、而被殺死，故對照區螞蟻之密度乃有相對下降之現象。反之，Mirex 試區之誘餌，亦因受對照區螞蟻之分食，致藥量減少，亦影響其防治效果。

討論

由上述情形觀之，用 Mirex 防治鳳梨園螞蟻，須大面積施用方可保持較長之時間，不再受螞蟻侵入，否則收效不大。復據作者 (1962) 用氯化烴劑在鳳梨園防蟻結果，發現鳳梨園粉介殼蟲密度需在螞蟻絕跡5個月之後，方急劇降低。如在鳳梨園陸續保有少數之螞蟻，則對粉介殼蟲之防治效果甚微。故在本省若欲用 Mirex 防治鳳梨園螞蟻，除鳳梨公司所屬之農場可大面積施用外，一般果農最好採用共同防治方式，且在鳳梨園邊緣之空地亦應撒施，以免空地上之螞蟻侵入鳳梨園中。

參考文獻

Banks, W. A., B. M. Glancey, C. E. Stringer, D. P. Jouvenaz, C. S. Lofgren. and D. E. Weidhaas. 1973. Imported fire ants : Eradication trials with mirex bait. Jour. Econ. Entomol. 66(3) : 785-9.

Gannon, Norman, and Bigger, J. H. 1958. The conversion of aldrin and heptachlor to their epoxides in soil. Jour. Econ. Entomol. 51(1):1-2.

Illingworth, J. F. 1930. Preliminary report on evidence that mealybugs are an important factor in pineapple wilt. Jour. Econ. Entomol. 24(4):877-89.

Stringer, C. E., Jr., C. S. Lofgren, and F. J. Bartlett. 1964. Imported fire ant toxic bait studies : Evaluation of toxicants. Jour. Econ. Entomol. 57(6):941-5.

李錫山，1962.鳳梨園螞蟻防治試驗、植物保護學會報 4 （1）：13—14。

李錫山，簡和順，1966.鳳梨粉介殼蟲防治試驗，植物保護學會會刊 8 （4）：277—390。

孫守恭，1958.螞蟻與鳳梨粉介殼蟲萎凋病關係之研究，農業研究 7 （4）：31—42。

CONTROL OF ANTS IN PINEAPPLE FIELD BY MIREX BAIT [1]

by

Hsi-shan LEE [2]

Summary

The major ant species present in the pineapple field in Taiwan are *Pheidologeton diversus* Jerdon, *Anopholepis longipes* Jerdon, and *Camponotus friedae* var. *amia* Ferel. A number of ant species associated with mealybugs which induce in turn a serious wilting of pineapple plants, known as mealybug wilt. Direct control of mealybugs with insecticides is important but the work is still uncompleted in the absence of ant control.

For the past two decades, 40% aldrin wp has been used in the pineapple fields in Taiwan for control the ants very successfully, taking advantage of the residual activity of this material following soil application. The problem, now, has been brought under review in the recent years for the excessive used of chlorinated hydrocarbons. Some of this group of insecticides have been gradually eliminated their use because of many ecological questions raised.

Mirex bait was then tested to control the ants in pineapple field instead of aldrin. 3 kgs. of 0.3% mirex per hectare was used in comparison with 5 kgs. of 40% aldrin wp. The plot size was 15×15 m. The space of pineapple planting was 50×30 cm. by 2 rows with 100 cm. apart. It was about 1,000 plants of pineapple in each plot. There were three treatments with four replications in a randomized complete block designed.

Mirex bait was broadcasted by hands woren rubber gloves while aldrin was sprayed by knapsack sprayer. Ant population was counted in each plot prior to treatment. Several

1. Serial No. (Q) 683.
2. Entomologist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, T. A. R. I., Taiwan, Republic of China.

number of post-treatment evaluations were taken at 10, 30, 60, 100 and 140 days respectively. Ants were counted by means of a wire square, whose size is 50×50 cm. The wire square was put on the ground of pineapple field between the wider rows within which the wandering ants were counted. Ten counts were taken in each plot.

The results, as showed in Table 1, revealed that aldrin killed the ants more rapidly than that of the mirex. This might be the advantage of the mirex that treated as a bait. If the bait toxicant killed the ants very quickly, as described by Stringer (1964) , it would cause the ants to be aware of taking the poisoned bait, the ants would usually cease feeding on it and move the colony. One application of aldrin and mirex bait both maintained as long as 100 days under the summer condition in south part of Taiwan.

The plot size, which made in this experiment, was found to be inadequate to completely shut off border effect of treatments applied in adjacent plot. It was limited by the size of the field which could be extented no more. As a result, the ants which came from the untreated area were very easily wandering into the treated plots. It would therefore influence the population density of the ants in the plots as they were exactly to be.

The population density of the ants in check plots also decreased significantly in the posttreatment evaluations. It might also be due mainly to the fact that some of the check plots were contiguous to the mirex plots, to which the ants, from the check plots, were very easily attracted and then killed by carrying the bait back. On the other hand, it would also reduce the dosage of the bait as well as the effectiveness of control in the mirex plots.

The results revealed that the mirex bait could be used to kill the ants in large scale of pineapple plantations. Under the condition as now in Taiwan, there is no doubt, the mirex could be used properly in the plantations of Taiwan Pineapple Cooperation. But there are still a large number of pineapples grown by farmers, they own mostly very small scale of farms. The only way that could be done is cooperated control.

Vol. 23, No. 4 December, 1974

JOURNAL OF

TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

CONTENTS

The Characteristics and Genesis of Paddy Soils in Central Part of Taiwan ..... Ku-wing Leung and Ching-yuan Lai 219

Characteristics of the Slate Alluvial Soils in Central Taiwan Associated with the Growth of Lowland Rice ..... T. S. Lee Wang, H. K. Lee and C. F. Lin 242

Studies on the Variation and Mean Performance in Successive Generations of a Randomly Intermating Population of Sweet Potatoes ..... Liang Lee 255

A Study on Nutrient Uptake and Fertilizer Response of Vegetables 1. Celery, Cabbage, Garlic and Ginger ..... Shen Lian 263

Performances of Hawaiian Papayas and Their First Generations (F_1) of Cross Hybrids Grown at Chia-yi, Taiwan ..... C. C. Chang and C. C. Wu 273

The Effects of N, P, and K on Yield and Curcumin Content of Curcuma longa Linn ..... L. S. Liu, Y. Y. Yang and Y. T. Chu 284

Experiments on the Relative Effectiveness of Different Cover Cropping and Mulching Practices in Slopeland Orchards ..... K. C. Chang and T. S. Liang 292

Control of Ants in Pineapple Field by Mirex Bait .....Hsi-shan Lee 307

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

內政部出版事業登記證內版臺誌字第二一二四號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類