中華農業研究

第二十六卷　　第一期

目次

臺灣省水稻田土壤之粘土礦物研究……梁鉅榮、黎靜韻……1
中部土壤所含磷形態與稻穀收量及磷吸取量之關係……林家棻、張愛華、吳悳國……25
適應當前機械化收穫水稻栽培法改善之研究
Ⅰ生育初期中斷氮肥對防止水稻倒伏及其主要農藝性狀之影響……趙政男……42
低溫多濕對水稻品種產量與農藝性狀影響之研究……朱曰鏞、林清秀……51
稻小粒菌核病之研究
1. 稻小粒菌核病之侵染與稻齡及品種之關係及其有效防治藥劑之研究…簡錦忠……57
田間亞麻萎凋病鐮刀菌與水稻之相互關係研究……杜金池、程永雄、張義璋……64
賽好勝 (Celphos) 與好達勝 (Phostoxin) 防治倉庫害蟲及影響種籽發芽試驗……林　欉、洪麗梅……72
葡萄不休眠栽培方法之研究……黃季春、鄭永興……81

中華民國六十六年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國臺北市羅斯福路四段

本省水稻田土壤之粘土礦物研究[1]

梁鉅榮[2]　　黎靜韻[3]

摘要　①研究之土壤選自全省水稻田36代表剖面，包括五土類七亞類，27土型、76土樣。分析項目凡八，目的在瞭解本省水稻田各型代表之粘土礦物及其相關理化性質，以爲土壤分類及施肥改良之參考。結果以圖一至十，表一至十一分別說明之。

②全部代表土樣之粘土礦物，不論表底土均含有伊萊石，此外部分土樣尚有以硅石或綠泥石爲顯著，間具有高嶺石，至原始礦物則石英亦頗普遍，間具長石。

③以土壤亞類言，橄欖色水稻土，稻田黃棕壤之粘土礦物，均以硅石及其混合層爲其優勢成分，而以伊萊石爲次，見表3c及表5b，屬肥力潛能較厚之土壤。

④稻田低地冲積土及稻田低地磐層土之粘土礦物以伊萊石及硅石爲優勢成分，混合層或高嶺石爲次，見表5a，屬於中度肥力之土壤。

⑤灰色水稻土及灰棕色水稻土以伊萊石爲顯著成分，硅石及高嶺石次之，混合層及綠泥石更次之，見表3a及表3b，其肥力潛能更次之；而稻田低地灰粘土之粘土礦物以伊萊石及綠泥石爲其顯著成分，混合層次之，見表5b，屬肥力較瘠之土壤。

⑥自粘土礦物及其他主要理化性，建議本省水稻田代表土型之土壤新分類系統見表十，其高級分類及與美農部第七次土壤分類草案對照見表十一。

導　　言

水稻生長於不同粘土礦物之水田中，吸收養分每不一致，前人研究謂高嶺石對水稻吸收氮與磷最高，伊萊石對水稻吸收鉀最高[13]，在日本土壤之具蒙特石者具高產量之潛力，栽培水稻對氮肥具高度效應，遠超於以高嶺石或鋁英石爲主成分者[16]。本省水稻田多數屬冲積土，而磐層土、鹽土、紅棕壤及灰粘土亦均有利用爲水稻田[6,7]，復由各土壤之母質來源不同，粘土礦物成分亦異。前人研究本省土壤之粘土礦物如冲積土，不論其母質以伊萊石、綠泥石及高嶺石爲多，濱海之鹽漬冲積土與泥岩類海積土含高嶺石則較少[1,4]；紅棕壤則以白雲母、硅石及高嶺石爲其優勢成分[3]；凡此均係各土所含粘土礦物成分之概略。

本報告爲本省水稻田土壤之特質及其生成研究之第四部分，前三部係分區進行本省水稻田土壤之一般特質，第一部爲北部五縣[8]，第二部爲中部四縣[9]，第三部爲南部及東部六縣之土壤概略研究[10]，前者經刊印於本所農業研究22卷2期及23卷4期，後者亦已刊出於中國農化學會誌13卷1.2期。本研究係專研粘土礦物，就上述全省已瞭解水稻田土壤類型，選出代表剖面，分析各層次之粘土礦物與其他相關之理化性質，冀由各類稻田之不同粘土礦物與理化特性，尋求與水稻吸收養分之關係，以爲進一步利用水稻田土壤及其改良施肥之參考。

材料與方法

1.供試土壤：本研究供試土壤係選自前三年研究本省水稻田土壤之特質及其生成，就全省代表36

本報告之完成，得國家科學委員會之研究獎助，謹此致謝。

1.試驗報告農試字第七八二號。

2.3.臺灣省農業試驗所技正及技士。

剖面選出七亞類，二十七土型，包括代表土樣76個爲研究材料。茲先將代表剖面之來源及其一般概況列如表一。

表一　代表土壤剖面一般概況

亞類	土型	剖面號	母質	當地環境	採集地
灰色水稻土	柑園坋粘壤	N— 2	砂岩頁岩質冲積物	溪流冲積地	臺北縣樹林柑園村
	橫山壤土	N— 8	砂岩頁岩質冲積物	溪谷冲積之上游	新竹縣北埔
	新社壤土	N— 9	砂岩頁岩質冲積物	溪口冲積之下游	新竹縣竹北鄉之西約一里
	崇蘭坋粘土	S—12	砂頁岩質及粘板岩冲積	冲積平原	屏東縣崇蘭
	頂六壤土	S—22	砂岩頁岩質冲積物	緩坡麓之冲積扇形地	嘉義縣頂六
	臺東坋粘壤	E— 5	片岩粘板岩質冲積物	冲積扇下段	臺東卑南
	鳳林坋粘壤	E— 8	片岩片麻岩質冲積	縱谷溪流冲積地	花蓮縣之鳳林
	振興坋粘土	C— 9	無石灰性粘板岩冲積	冲積平原排水不良	雲林縣西螺振興里
灰棕色水稻土	臺北坋粘壤	N— 1	砂岩頁岩質冲積物	盆地經處理之水田	本所農場水田
	苗栗粘壤	N— 6	砂岩頁岩質冲積物	冲積扇之下部	苗栗公館鄉
	霧峰粘壤	C— 1	砂岩頁岩質冲積物	溪流冲積地	臺中霧峰
	營磐粘土	C— 7	砂岩頁岩質冲積物	冲積扇地位低下之水田	南投縣營磐
橄欖色水稻土	美濃坋壤	S—11	砂頁岩質冲積	溪邊冲積略有起伏	高雄縣美濃鎮之西里許
	白河坋壤	S—33	砂岩頁岩質冲積物	嘉南平原近山邊緣	臺南縣白河鎮之頂秀佑
稻田低地灰粘土	城仔粘壤	N—11	粘板岩質冲積	冲積扇地下水位高	宜蘭縣之城仔
	頂勝坋壤	C— 3	砂岩頁岩質冲積物	溪流冲積物	臺中縣成功嶺大門前
	南平粘壤	C— 4	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
稻田低地磐層土	鹿草粘壤	S—23	泥岩海積物	嘉南平原	嘉義縣鹿草
	林鳳營坋粘	S—32	泥岩海積物	嘉南平原	臺南縣新營之林鳳營
稻田黃棕壤	觀音坋粘壤	N— 4	洪積黃棕壤	寬廣之台地內	桃園八角店大竹村
	觀音坋粘土	N— 5	洪積黃棕壤	寬廣之台地內	桃園中壢水尾里之青埔
稻田低地冲積土	中興坋壤土	C— 6	砂岩頁岩質冲積物	冲積堦段地	南投營盤口
	草湖粘壤	C— 2	砂岩頁岩質冲積物	溪流冲積地	臺中霧峰甲寅村
	池上壤土	E— 3	片岩質冲積	溪流新冲積之上段	臺東縣之池上
	壽豐坋壤	E— 6	片岩片麻岩質冲積物	縱谷溪流冲積地	花蓮之壽豐
	富田坋粘	E— 7	片岩片麻岩質冲積物	縱谷溪流冲積地	花蓮之富田
	斗六坋粘壤	C— 8	砂頁岩質冲積	冲積平原排水中等	雲林縣斗六保莊里

2.試驗方法：

①粘粒分離及其處理：風乾並經通過 2mm 篩目之上列27剖面各層土樣76種，先以醋酸鈉液（PH5）除去碳酸鹽類及可溶性鹽類，再以 H_2O_2 除去有機質，用 Sodium dithionite-citratebicarbonate 除去游離氧化鐵，然後將樣品在沸碳酸鈉溶液中分散，利用離心法分離小於 2μ 之粘粒，並相繼以蒸餾水及乙醇洗滌，最後用丙酮洗一至二次並乾燥之[12]。

②X光繞射測定定位片之製備：分離之粘粒，分別以 1N Kcl及1N $Mgcl_2$ 飽和，然後相繼以50%酒精及95%酒精洗至不含 Cl 離子，再以丙酮洗一至二次乾燥之。取約 100mg 鉀及鎂飽和之粘粒，混以 1ml 水，混勻分散平塗於載玻片上，凉乾，鉀飽和定位片先後以室溫，350°C 及 550°C 處理二小時，鎂飽和定位片則 70°C 在乙二醇飽和蒸氣中處理二小時，備作 X 光繞射測定用[12]。

③ X 光繞射測定： X 光繞射分析係借用國立臺灣大學農化系洪教授崑煌研究室裝置之日本東芝公司之 ADG-301 "Diffpet" 以 Cu Kx (1.542Å) X 光射線測定之。

④熱重量分析：應用 Barshad 法[8]進行。

結果與討論

Ⅰ 土壤形態與分類：

前述本研究代表土樣係選自前三年研究本省水稻田土壤之特質36個代表剖面，其土壤形態及分類經於前研究報告中詳述[8,9,10]此處不再贅述，至於土壤分類前報告已有各部之分述，本篇將於粘土礦物討論後綜述之。

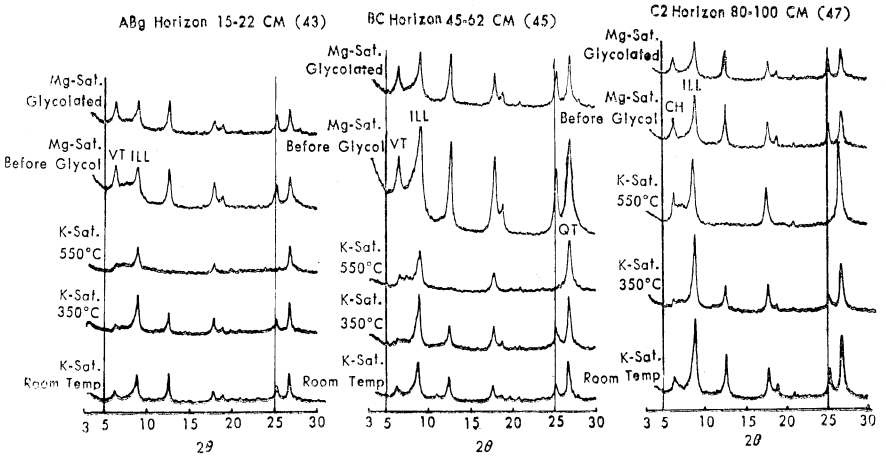
Ⅱ 土壤之粘土礦物：

各代表土壤剖面各層粘粒之 X 光繞射線分析每一樣本均經鉀飽和或鎂飽和，前者並分室溫、350°C、550°C 三種處理，後者並經乙二醇處理前或處理後二種，綜合五種曲線以鑑別土礦物之種類，並由 X 線之强弱以判別其含量之梗概，結果均存有原始曲線圖，以資查考，27剖面計 76 土樣均經分別綜合繪成27圖以資討論，茲附列前10圖並就前三圖分別依其曲線說明各該粘土礦物之一般，續就各土類之 X 光繞射線圖綜合將結果列成表二、及表四，並概述之：

㈠ X 光繞射線圖說明舉例

圖一 新社壤土（灰色水稻土）之X光繞射線

FIG. 1. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF SIN—SHE LOAM (GRAY AQUORIZEMS)



圖一、係灰色水稻土之新社壤土三層次（Apg，BC 與 C2）之 X 光繞射曲線，說明如次：

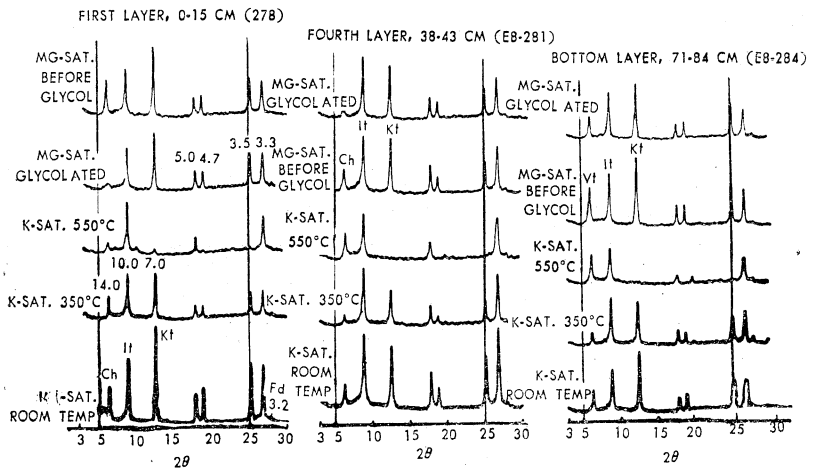
1.三層次土壤均以雲母類粘土礦物或稱伊萊石（10.16Å，5.01Å，3.33Å）及硬石或綠泥石（14.03Å,7.14Å，4.72Å，3.54Å）爲主，由於鉀飽和定位片加熱至 550°C,14Å 及 7Å 消失或部分存在，可作爲硬石或結晶不良綠泥石存在之證明；再由 Apg 及 BC 二層之鉀飽和 350°C 之 10Å 尖峯較室溫者爲强，由鎂飽和而經乙二醇處理定位片之 14Å 均經强化，證明爲膨脹性之硬石存在。至於 C2 層則否，證明係綠泥石存在無疑。

2.三層之 7.14Å 與 3.5Å 之尖峯相當顯明，尤以鎂飽和者更强化，但鉀飽和 550°C 則該兩峰消失，示高嶺石之存在。

3.鉀飽和 550°C 之 3.3Å 在 BC 層與 C2 層之尖峯較 10Å 者爲强，證明石英存在之豐，又 3.2Å 在 Apg 與 BC 層亦略有尖峯，示有少量長石存在。

圖二　鳳林坊質粘壤（灰色水稻土）之X光繞射線圖

FIG. 2. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF FENG—LIN SILTY CLAY LOAM (GRA—Y AQUORIZEMS)



圖二、爲鳳林坊質粘壤三層次（一層、四層、底層）之 X 光繞射線，可分四點說明：

1.第一及第四兩層之 14Å 及 10Å 尖峯强度各處理頗近似，350°C 線之 10Å 峯較室溫者尤弱，鎂飽和之 14Å 未見加强，證明係綠泥石之存在；底層之諸相同峯適相反，證明係硬石之存在。

2.7.0Å與 3.5Å 之尖峯三層次均相當顯明，尤以第一層及底層爲强，鉀飽和 550°C 之該兩峯均消失，證明高嶺石存在之豐富，第四層略遜。

3.三層次之 10.1Å，5.0Å 與 3.3Å 尖峯均顯中度，第四層較强，示伊萊石存在，仍爲其主要粘土礦物。

4.第一層顯 3.2Å 尖峯，示長石之存在。

圖三、係崇蘭坊粘土第一層及第三層之 X 光繞射線，說明如次：

1.兩層之 10Å，5Å 與 3.3Å 之尖峯均相當顯明，尤以第三層爲强，示伊萊石在中量以上。

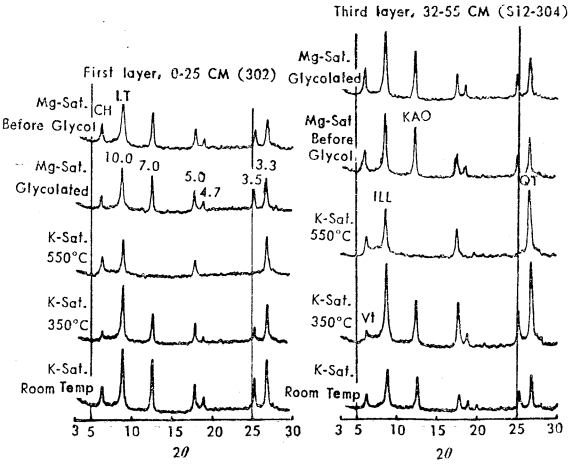
2. 14Å 之尖峯兩層各線均顯明，惟鉀飽和 350°C 之 10Å 尖峯線在第一層與室溫者同等强度，在第三層則較室溫者爲强逾倍，顯示加溫後 14Å 之强度減弱，趨附於 10Å，指示第一層係綠泥石，第三層係硬石之存在。

3.兩層之 7.0Å 與 3.5Å 之尖峯除 550°C 者外，餘均相當顯明，似係高嶺石之存在。

4.第三層之 550°C 曲線3.3尖峯較 10Å 者爲强，示有石英存在。

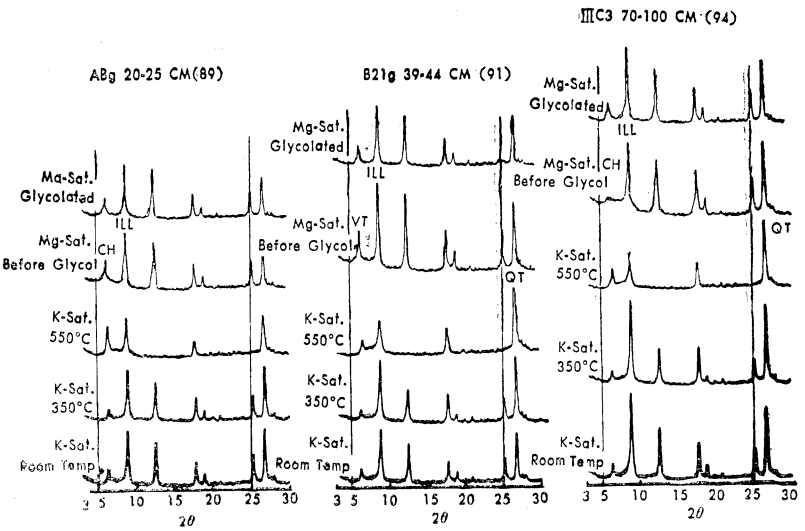
圖三　崇蘭坋粘土（灰色水稻土）之X光繞射線圖

FIG. 3. THE REPRESENTATIVE X-RAY DIFFRACTOGRAMS OF CHUNG—LAN SILTY CLTY (GRAY AQUORIZEMS)



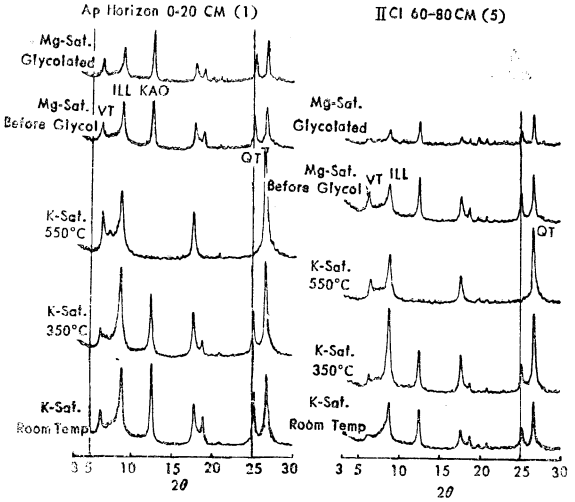
圖四　振興坋粘土（暗灰色水稻土）之X光繞射線圖

FIG. 4. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF CHEN—HSING SILTY CLAY (D. GRAY AQUORIZEMS)



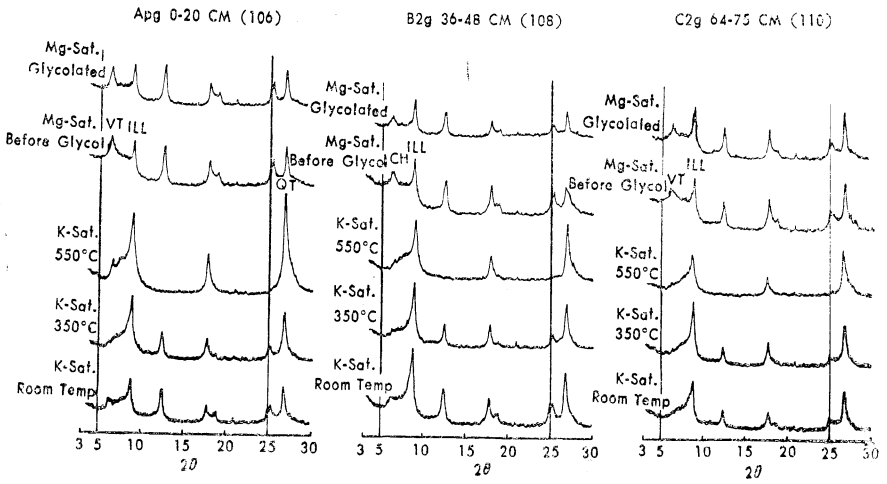
圖五　臺北坊粘壤土（灰棕色水稻土）之X光繞射線

FIG. 5. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF TAI—PEI SILTY CLAY LOAM (GRAY BROWN AQUORIZEMS)



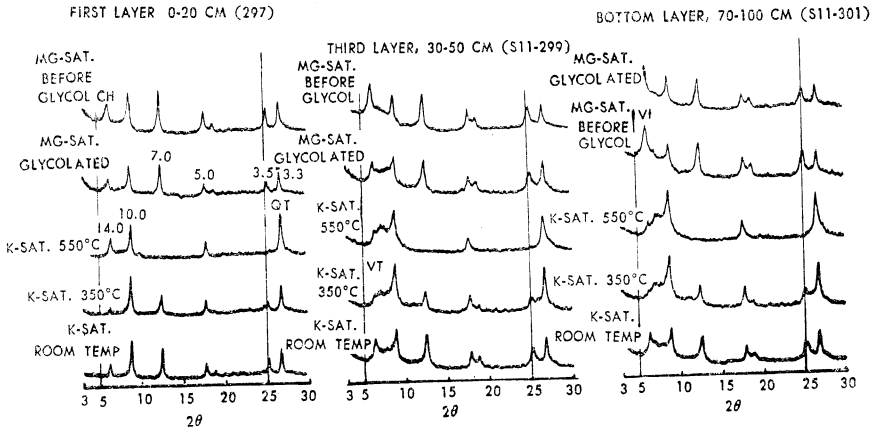
圖六　營盤粘土（暗灰棕色水稻土）之X光繞射線圖

FIG. 6. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF YING—PANG CLAY (DARK. GRAY BROWN AQUORIZEMS)



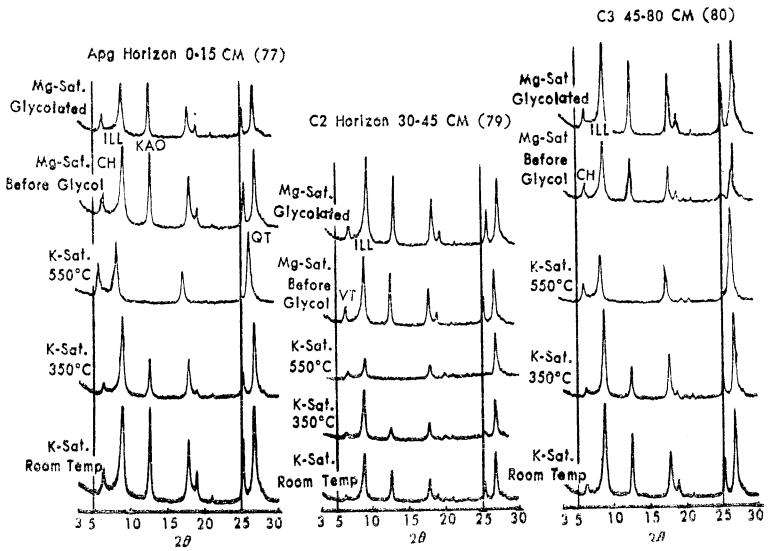
圖七　美濃坊壤（橄欖色水稻土）之X光繞射線圖

FIG. 7. THE REPRESENTATIVE X-RAY DIFFRACTOGRAMS OF MEI NUNG SILTY LOAM (OLIVE AQUORIZEMS)



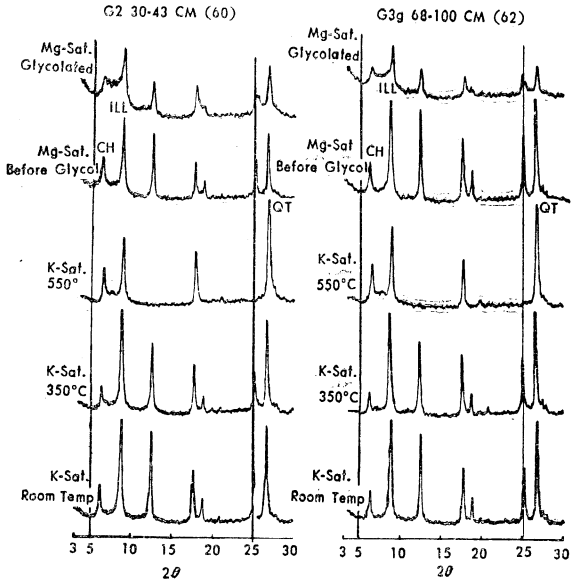
圖八　城仔粘壤（稻田灰粘土）之X光繞射線

FIG. 8. THE REPRESENTATIVE X-RAY DIFFRACTOGRAMS OF CHENG—TZE CLAY LOAM (PADDY GLEY SOILS)



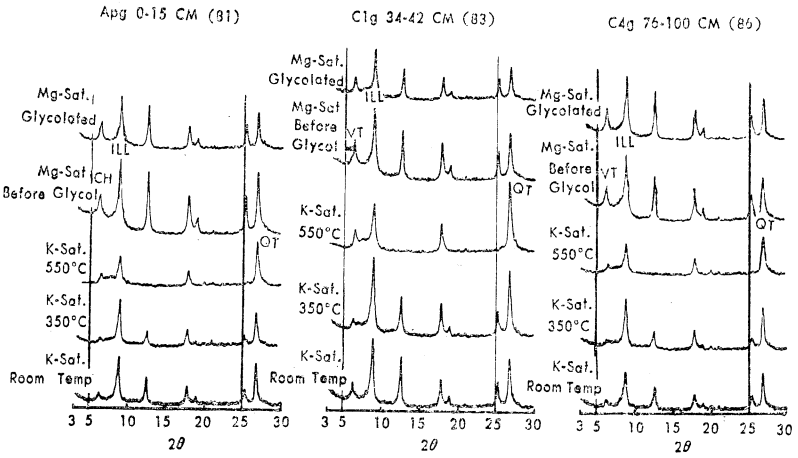
圖九　南平粘壤土（稻田低地灰粘土）之X光繞射線圖

FIG. 9. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF NAN—PING CLAY LOAM (PADDY LOWLAND GLEY SOILS)



圖十　斗六坋粘壤土（稻田低地冲積土）之X光繞射線圖

FIG. 10. X—RAY DIFFRACTION DIAGRAMS OF TOU—LU SILTY CLAY LOAM (PADDY LOWLAND ALLUVIAL SOILS



（二） X 光分析綜合說明

各代表土型之粘土礦物見表二及表四，原圖 1—27，各土型不特其粘土礦物種類有別，含量不同；抑同一剖面中各層之礦物種類或分布亦不同，各有其特徵，顯示其母質來源之不一，觀表及原圖，可明其實。

表二 全省水稻土代表剖面 X 光繞射線分析結果

Table 2. Estimated intensities in X-ray difractometer records of the representative soils of aquorizems in Taiwan.

各尖峯之強度。Intensity of the peak of various Å					14.03, 7.1, 4.7, 3.5			10.16 5.01 3.33	7.16 3.5	3.2	4.27 3.33
亞類 Sub groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	土層 Horizons	深度 Depth cm.	硅石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
灰色水稻土 Gray aquorizems	柑園 SiCL	007	Ap	0—20	w	—	w	m	s	—	s
	(N-2)	009	BCg	27—37	w	—	w	m	w	w	m
		013	IVC2	80—120	w	—	w	m	m	w	s
	橫山壤土 L	36	Ap	0—19	w	—	w	w	m	v.w	w
	(N—8)	38	Bg	26—32	w	—	w	w	w	v.w	v.w
		41	IIIC2	65—100	w	—	w	w	m	v.w	v.w
	新社壤土 L	43	ABg	15—23	s	—	w	w	m	w	—
	(N-9)	45	BC	45—62	m	—	w	v.s	v.s	w	m
		47	C2	80—100	—	w	w	m	m	—	m
	振興 SiC	89	ABIg	20—25	—	w	—	s	—	—	—
	(C-9)	91	B2g	39—44	w	—	—	v.s	—	—	s
		94	IIIC3	71—100	—	w	—	v.s	—	—	s
	崇蘭 SiC	302	Apg	0—25	—	w	w	m	w	—	—
	(S-12)	304	B22g	32—55	w	—	w	m	m	—	m
	頂六壤土 L	111	Apg	0—15	m	—	m	v.w	—	—	—
	(S-22)	113	B22g	23—38	m	—	m	w	w	—	w
		116	IIC3g	76—90	m	—	m	w	—	—	—
	臺東 SiCL	259	Apg	0—16	—	m	w	m	w	v.w	m
	(E-5)	261	B2g	23—38	—	m	w	m	w	v.w	m
		264	IIIC3g	79—92	w	—	w	m	w	v.w	w
	鳳林 SiCL	278	Apg	0—15	—	m	—	s	s	w	—
	(E-8)	281	B2g	38—43	—	w	m	m	m	m	—
		284	IIC3g	71—84	m	—	—	m	s	—	—

灰棕色水稻土 Gray brown aquorizems	苗栗 CL (N-6)	25	Apg	0—14	w	—	w	m	m	w	w
		27	Bg	30—43	w	—	w	m	w	v.w	w
		28	BCg	43—60	w	—	m	m	m	—	w
		30	IIC2	90—100	—	w	w	w	w	—	—
	臺北 SiCL (N-1)	001	Ap	0—20	m	—	w	w	—	—	s
		005	IICI	60—80	m	—	w	m	s	—	s
	霧峯 CL (C-1)	48	Apg	0—15	w	—	m	m	—	w	—
		50	C1	26—35	m	—	m	s	w	w	—
		52	IIC	55—88	w	—	m	s	w	v.w	—
	營磐 C (C-7)	106	Apg	0—20	m	—	w	w	—	—	s
		108	B2	36—48	—	w	w	m	—	—	—
		110	C2	64—75	w	—	w	w	—	—	w
橄欖水稻土 Olive aquorizems	白河 SiL (S—33)	211	Apg	0—17	m	—	m	v.w	—	w	—
		213	B21g	23—33	m	—	m	m	—	w	m
		216	IIIC2g	72—100	m	—	w	m	—	—	w
	美濃 SiL (S—11)	279	Apg	0—20	—	w	w	w	w	—	w
		299	B2g	30—50	w	—	w	w	w	—	—
		301	IIC2g	70—100	w	—	w	w	w	—	—

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數。

由表二、可明瞭水稻土各土型各層次粘土礦物之實際狀況。茲爲究明同一亞類之特質，將各層次之礦物及其强弱分別統計個數製成表三 a 、三 b 與三 c 並分別說明之。

表三 a 灰色水稻土各層次粘土礦物之强度及個數

Table 3a. Number of the intensities of clay minerals present in various layers of the gray aquorizems.

層次 Horizons	硅石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed layer	伊來石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
Ap	s 1	—	—	s 2	s 2	—	s 1
	m 1	m 2	m 2	m 3	m 2	—	m 1
	w 2	w 2	w 4	w 2	w 2	w 2	w 1
	—	—	—	v w 1	—	v w 2	—
B	—	—	—	v s 2	v s 1	—	s 2
	m 2	m 1	m 2	m 4	m 2	—	m 4

	w4	w1	w5	w2	w4	w2	—
	—	—	—	—	—	v w2	v w1
C				v s1	s1	—	s2
	m2	—	m1	m4	m3	—	m1
	w3	w2	w4	w2	w1	w1	w1
	—	—	—	—	—	v w2	v w(1)

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數。

上表指出灰色水稻土不論表土或耕犂層，亞表土及母質層均以伊萊石爲其優勢，高嶺石次之，硬石及混合層又次之，綠泥石更次之，原始礦物則石英占優勢，長石次之。

表三　b 灰棕色水稻土粘土礦物之强度及個數

Table 3b. Number of the intensities of clay minerals present in various layers of the gray brown aquorizems.

層次 Horizons	硬石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
Ap	—	—	—	—	—	—	v s1
	—	—	—	—	s1	—	s1
	m2	—	m1	m3	m1	—	—
	w2	—	w3	w1	—	w2	w1
B	—	—	m1	m3	m1	—	—
	w2	w1	w2	—	w1	—	w2
	—	—	—	—	—	v w1	—
C	—	—	—	s2	s1	—	s1
	m2	—	m2	m1	—	—	—
	w2	w1	w3	w2	w3	w1	w1
	—	—	—	—	—	v w1	—

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數。

上表灰棕色水稻土亦以伊萊石占優勢成分，硬石次之，高嶺石及混合層又次之，綠泥石較弱而少。

表三　c 橄欖色水稻土粘土礦物之强度及個數

Table 3c. Number of the intensities of clay minerals present in various layers of the olive aquorizems.

層次 Horizons	硬石 Vermiculite	綠泥石 Chloridee	混合層 Mixed layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
Ap	m1	—	m1	—	—	—	—
	—	w1	w1	w1	w1	w1	w1

	—	—	—	v w l	—	—	—
B	m l	—	m l	m l	—	—	m l
	w l	—	w l	w l	w l	w l	—
C	m l	—	—	m l	—	—	—
	w l	—	w 2	w l	w l	—	w l

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數。

至於橄欖色水稻土則母質與亞表土層以硅石、伊萊石及其混合層均屬優勢，高嶺石次之，耕犂層則硅石與混合層較顯，伊萊石較弱，綠泥石及高嶺石更次之。

表四　其他稻田土壤代表剖面之 X 光繞射線概要

Table 4. Estimated intensities in X-ray difractometer records of the other representative paddy soils.

各尖峯之强度 Intensity of the peak of various Å					14.03, 7.1, 4.7, 3.5			10.16 5.01 3.33	7.16 3.5	3.2	4.27 3.33
亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	土層 Horizons	深度 Depth cm.	硅石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils	中興 SiL (C-6)	101	Apg	0—16	m	—	w	w	m	v.w	—
		103	C2g	34—51	m	—	w	w	w	v.w	—
		105	IIG2	67—85	w	—	w	m	—	—	—
	草湖 CL (C-2)	53	Apg	0—13	w	—	m	m	w	—	—
		55	C1g	32—46	w	—	m	m	—	—	s
		57	IIIC3	80—100	w	—	m	m	—	—	—
	壽豐 SiL (E-6)	266	Ap	0—20	s	—	w	w	s	w	w
		268	C2	38—58	s	—	w	m	m	w	—
	富田 SiC (E-7)	271	Apg	0—17	m	—	w	m	w	v.w	—
		274	IIC3g	30—46	m	—	w	m	w	v.w	m
		276	IIIC5	61—76	m	—	w	s	w	v.w	s
	斗六 SiCL (C-8)	81	Ap	0—15	—	m	—	m	—	—	m
		83	C1g	34—42	m	—	—	s	—	—	m
		86	C4g	76—100	m	—	—	m	—	—	m
	池上 L (E-3)	250	Ap	0—13	—	m	—	m	s	w	m
		251	C1	13—18	—	m	—	m	s	w	m

稻田低地灰粘土 Paddy lowland alluvial soils	頂勝 SiL (C-3)	64	A1g	15—24	—	m	w.	m	—	w	m
		66	C2g	33—45	m	—	w	m	—	—	w
		68	IIG2	65—100	m	—	w	m	—	—	m
	城仔 CL (N-11)	77	Apg	0—15	—	m	m	v.s	v.s	—	m
		79	G2	30—45	m	—	—	v.s	—	—	s
		80	G3	45—80	—	w	—	v.s	—	—	v.s
	南平 CL (C-4)	60	G2	30—43	—	m	w	s	—	—	v.s
		62	IIG4	68—100	—	m	w	v.s	—	—	v.s
稻田低地磐層土 Paddy lowland planosols	林鳳營 SiC (S—32)	205	Apg	0—15	m	—	—	s	—	—	w
		207	B21g	22—44	m	—	w	s	—	—	w
		210	IIC2g	92—100	m	—	w	s	—	—	w
	鹿草 CL (S—23)	117	Apg	0—19	w	—	m	w	—	—	—
		119	B21g	30—50	m	—	w	m	w	—	s
		122	IIC2g	84—100	—	w	m	s	—	—	—
稻田黃棕壤 Paddy yellowish brown latosols	觀音 SiC (N-5)	21	Ap	0—15	m	—	m	w	—	w	w
		24	C3g	50—65	m	—	w	w	—	w	w
	觀音 SiCL (N—4)	17	Ap	0—23	m	—	m	w	—	—	w
		18	C1	23—43	w	—	m	w	—	—	v.w
		20	C3g	62—92	w	—	m	w	—	—	w

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數

上表四爲水稻土以外其他各亞類稻田各層之粘土礦物實際狀況。

爲便於綜合說明其他稻田各亞類之特質，再以各礦物出現個數製成表 5a 及 5b ，並分別敍述其特質於下：

表 5a 各類稻田土壤粘土礦物之强度及個數

Table 5a. Number of the intensities of clay minerals present in various layers of the other groups in paddy field.

亞類 Sub-groups	層次 Horizons	硅石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed-layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils	A	s 1	—	—	—	s 2	—	—
		m2	m2	m1	m4	m1	—	m2
		w1	—	m3	w2	w2	w2	w1
		—	—	—	—	—	v w2	—
	C	s 1	—	—	s 1	s 1	—	s 2

		m5	m1	m2	m7	m1	—	m4
		w3	—	w5	w1	w3	w2	—
		—	—	—	—	—	v w3	—
	A	—	—	—	s 1	—	—	—
		m1	—	m1	—	—	—	—
		w1	—	—	w1	—	—	w1
稻田低地盤層土 Paddy lowland Planosols	B	—	—	—	s 1	—	—	s 1
		m2	—	—	m1	—	—	—
		—	—	w2	—	w1	—	w1
	C	—	—	—	s 2	—	—	—
		m1	—	m1	—	—	—	—
		—	w1	w1	—	—	—	w1

v s：極强，s：强　m：中，w：弱，v w：極弱。

稻田低地冲積土不論耕犂層或母質均以伊萊石及硬石爲其優勢成分，高嶺石次之，混合層及綠泥石更次之。

稻田低地盤層土各層亦以伊萊石及硬石爲其優勢，混合層次之。

表　5b 各類稻田土壤粘土礦物之强度及個數

Table 5b. Number of the intensities of clay minerals present in various layers of the other groups in paddy field.

亞類 Sub-groups	層次 Horizons	硬石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed-layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
	A	—	—	—	v s 1	v s 1	—	—
		—	m2	m1	m1	—	—	m2
		—	—	w1	—	—	w1	—
稻田低地灰粘土 Paddy lowland gley soils	C	m1	—	—	m1	—	—	—
		—	—	w1	—	—	—	w1
	G	—	—	—	v s 3	—	—	v s 3
		—	—	—	s 1	—	—	s 1
		m2	m2	—	m1	—	—	m1
		—	w1	w3	—	—	—	—
稻田黃棕壤 Paddy yellowish brown latosols	A	m2	—	m2	—	—	—	—
		—	—	—	w2	—	w2	w1
	C	m1	—	m2	—	—	—	—
		w2	—	w1	w3	—	w2	w1
		—	—	—	—	—	v w1	—

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱。

稻田低地灰粘土則表土以伊萊石及綠泥石爲其優勢成分，混合層次之，高嶺石又次之。其灰粘層則以伊萊石、硬石及綠泥石同屬優勢，混合層次之。母質則硬石及伊萊石均優，混合層較弱。

稻田黃棕壤則表土及母質均以硬石及其混合層爲優勢，伊萊石次之，原始礦物則石英及長石均呈弱狀。

再以27土型之母質來源，分別討論其粘土礦物，製成表五 c 及表五 d，並說明於下：

表 5 c 不同母質來源之稻田土壤粘土礦物

Table 5c Clay minerals of the various soil layers of paddy field derived from different parent materials.

母質來源 Soil derived from different parent materials	土層 Horizons	硬石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed-layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
砂岩及頁岩 Sandstone and shale	A	—	—	—	—	—	—	v s 1
		s 1	—	—	s 1	s 2	—	s 2
		m5	m2	m5	m8	m4	—	m2
		w6	w2	w10	w6	w3	w5	w5
		—	—	—	v w2	—	v w2	—
	B	—	—	—	v s 1	v s 1	—	—
		—	—	—	s 1	—	—	s 1
		m5	—	m2	m6	m1	—	m4
		w5	w1	w9	w3	w5	w3	w3
		—	—	—	—	—	v w2	v w1
	C	—	—	—	s 5	s 1	—	s 3
		m9	—	m6	m9	m3	—	m4
		w8	w3	w12	w6	w5	w3	w4
		—	—	—	—	—	v w2	v w2
片岩及片麻岩 Schist and gneiss	A	s 1	—	—	s 1	s 3	—	—
		m1	m3	—	m3	—	—	m2
		—	—	w3	w1	w2	w3	w1
		—	—	—	—	—	v w2	—
	B	—	m1	m1	m2	m1	—	m1
		—	w1	w1	—	w1	—	—
		—	—	—	—	—	vw1	—
	C	s 1	—	—	m1	s 2	—	v 1
		m3	m1	—	w5	m1	—	m2
		w1	—	w4	—	w2	w2	w1
		—	—	—	—	—	v w2	—

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱。數字指個數。

表 5 d 不同母質來源之稻田土壤粘土礦物

Table 5d. Clay minerals of the various soil layers of paddy field derived from different parent materials.

母質來源 Soil derived from different parent materials	土層 Horizons	硅石 Vermiculite	綠泥石 Chloride	混合層 Mixed-layer	伊萊石 Illite	高嶺石 Kaolinite	長石 Feldspar	石英 Quartz
粘板岩 Slate	A	—	—	—	v s 1	v s 1	—	—
		—	—	—	s 1	—	—	—
		—	m 1	m 1	—	—	—	m 1
		—	w 1	—	—	—	—	—
	B	—	—	—	v s 1	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	s 1
		w 1	—	—	—	—	—	—
	C	—	—	—	v s 4	—	—	v s 3
		—	—	—	s 1	—	—	s 2
		m 1	m 2	—	—	—	—	—
		—	w 2	w 2	—	—	—	—
洪積層 Diluvial deposite	A	m 2	—	m 2	—	—	—	—
		—	—	—	w 2	—	w 1	w 2
	B	m 1	—	m 2	—	—	—	—
		w 2	—	w 1	w 3	—	w 1	w 2
		—	—	—	—	—	—	v w 1

v s：極强，s：强，m：中，w：弱，v w：極弱，數字指個數。

表五 c 說明下列兩點：①砂岩頁岩質生成者均以伊萊石爲優勢成分，硅石次之，混合層與高嶺石再次之，綠泥石更次之。②片岩及片麻岩質生成者，以伊萊石高嶺石占優勢，綠泥石及混合層次之，硅石又次之。

表五 d 說明下列兩點：①粘板岩質生成者亦以伊萊石爲優勢，綠泥石次之，混合層礦物及硅石又次之。②由更新世較老冲積層生成者，均以硅石及混合層爲優勢，依萊石呈弱狀。

㈢熱重量分析結果

供試土樣熱重量分析結果，列成表六及表七，茲分別予以說明：

表六　水稻土熱重量分析結果

Table 6. Result of thermal gravimeter analyses of the aquorizems.

亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	層次 Horizons	吸收水分 absorbed water %		loss between 180–325 °C	loss between 325–1000 °C	Total crystal water %
				180°C basis	ignited basis	燃灼土計 Ignited basis		
灰色水稻土 Gray aquorizems	新社壤土 (N—9)	43	ABg	7.86	8.59	3.96	5.37	9.33
		45	BC	7.42	8.02	2.55	5.44	7.99
		47	C2	7.79	8.77	3.73	6.31	10.04
	鳳林坋粘壤 (E—8)	278	Apg	3.49	4.00	2.40	7.56	9.96
		281	B2	6.80	7.22	1.19	5.00	6.19
		284	IIC3g	5.27	5.60	1.55	4.78	6.33
	振興坋粘土 (C—9)	89	AB1g	15.78	18.55	14.84	2.72	17.56
		91	B2g	11.44	14.48	16.23	10.26	26.49
		94	IIIC3	16.01	20.54	16.40	11.88	28.28
灰棕色水稻土 Gray brown aquorizems	臺北坋粘壤 (N—1)	1	Ap	10.76	11.79	3.89	5.72	9.61
		5	IICI	9.68	10.43	2.29	5.43	7.72
	營磐粘土 (C—7)	106	Apg	12.14	13.24	2.81	6.22	9.03
		108	B2	14.55	15.36	1.77	3.79	5.56
		110	C2	13.64	14.65	2.51	4.90	7.41
橄欖色水稻土 Olive aquorizems	美濃坋壤 (S—11)	297	Apg	2.98	3.20	2.03	5.41	7.44
		299	A2g	—	—	—	—	—
		301	IIC2g	10.02	10.73	2.32	4.89	7.24

1. 振興坋粘土與營磐粘土諸層次之吸收水分，在低溫損失10與15之間，惟在高溫損失亦相當高，超出5%以上。

2. 美濃 Apg 層與城仔粘壤 Apg 在低溫損失水分少於3. 惟在高溫損失未超出12%。

表七　其他諸土類之熱重量分析結果

Table 7. Result of thermal gravimeter analyses of the other groups.

亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	層次 Horizons	吸收水分 absorbed water %		Loss between 180–325 °C	loss between 325–1000 °C	Total crystal water %
				180°C basis	Ignited basis	燃灼土計 Ignited basis		
稻田低地灰粘土	城仔粘壤 (N—1)	77	Apg	2.81	3.03	3.85	5.71	9.56
		79	G2	5.92	6.38	1.35	6.16	7.51

Paddy lowland gley soils		80	G3	—	—	—	—	—
	南平粘壤 (C—4)	60	G2	6.32	6.71	1.36	4.86	6.22
		62	IIG4	7.76	8.22	0.52	5.32	5.84
稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils	斗六坋粘壤 (C—8)	81	Ap	6.48	6.93	1.64	5.43	7.07
		83	C1g	7.74	8.24	1.10	5.29	6.39
		86	C4g	6.88	7.32	1.20	5.22	6.24
	池上壤土 (E—3)	250	Ap	5.24	5.70	1.84	6.95	8.79
		251	C1	5.63	6.12	2.68	6.06	8.74
稻田黃棕壤 Paddy Y. B latosols	觀音坋粘壤土 (N—4)	17	Ap	19.83	21.87	2.44	7.85	10.29
		18	C1	12.45	13.76	2.53	8.08	10.61
		20	C3g	19.91	22.16	5.62	5.43	11.05
稻田低地磐層土 Paddy lowland planosols	林鳳營坋質粘土 (S—32)	205	Apg	—	—	—	—	—
		207	B21g	6.81	7.26	2.34	4.33	6.67
		210	IIC2g	8.66	9.18	1.24	4.76	6.00
	鹿草粘壤 (S—23)	117	Apg	0.67	0.75	6.61	5.75	12.36
		119	B21g	5.14	5.46	0.88	5.55	6.43
		122	IIC2g	6.25	5.46	1.04	5.55	6.59

3.鹿草粘壤 Apg 層吸收水分在低溫損失水分至微，少於5%，在結晶水分高溫損失超出12%以上，指係1：1或2：2礦物之存在，但 X 光繞射線結果並未顯示，以上表六及七兩表熱重量分析結果，除鹿草粘壤 Apg 層外，並無明顯的指示某種礦物之存在。

（四）粘土礦物總結

①一般而言，除橄欖色水稻土之表層以硅石及混合層較顯，伊萊石較弱，綠泥石及高嶺石更次之外，其他水稻土各層多以伊萊石占優勢，硅石及高嶺石次之，混合層及綠泥石更次之。

②稻田低地冲積土及稻田低地磐層土各層均以伊萊石及硅石爲其優勢成分，前者高嶺石次之，混合層及綠泥石更次之，後者則以混合層次之。

③稻田低地灰粘土則表土以伊萊石及綠泥石爲優勢，混合層次之，其灰粘層則同稻田低地磐層土。

④稻田黃棕壤表土及母質以硅石及其混合層爲優勢，伊萊石次之。

⑤如以土壤之母質來源討論其粘土礦物，則砂岩頁岩質或粘板岩質生成者均以伊萊石爲其優勢，但砂岩頁岩者之次要礦物順序爲硅石＞混合層＞高嶺石＞綠泥石；粘板岩質者之其他順序爲綠泥石＞混合層礦物及硅石；而片岩或片麻岩質生成者之順序爲伊萊石及高嶺石＞綠泥石及混合層礦物＞硅石。其由更新世較老冲積層生成者則以硅石及混合層礦物爲優勢，伊萊石呈弱狀。

⑥總言之，全部代表土樣不論表底土均含有伊萊石，惟含量不一，此外顯著之粘土礦物尚有硅石或綠泥石及其混合層礦物，間具有高嶺石，至原始礦物則石英亦頗普遍，間具長石。

Ⅲ 其他主要理化性

供試土樣之一般理化性質，均有分析紀錄，列如表八及表九。惟將各土型之粘土礦物與理化性質核對，尚未發見各單項理化性與粘土礦物間之關係。

Ⅳ 綜合討論

由粘土礦物及其他主要理化性，並綜合過去三年資料，建議本省水稻田代表土型之土壤新分類系統如表十，其高級分類及與美農部七次草案[14]之對照見表十一。

表八 水稻土之其他主要化學性質

Table 8. The other major chemical properties of aquorizems.

亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	pH	O. M. %	C/N	CEC m.e./100g	Free Fe_2O_3 %	Free MnO_2 %	Available SiO_2 mg/100g
灰色水稻土 Gray aquori-zems	新社壤土 (N—9)	43	5.9	0.81	8.0	11.3	3.3	0.04	15.9
		45	6.8	0.40	4.8	9.9	3.0	0.03	20.7
		47	6.6	0.20	3.0	7.7	2.8	0.05	18.5
	崇蘭坋粘土 (S—12)	302	5.3	2.42	7.7	7.7	2.1	0.01	10.4
		304	7.6	0.45	5.2	27.7	3.7	0.27	21.5
	鳳林坋粘壤 (E—8)	278	6.0	1.57	8.8	5.2	2.6	0.01	4.7
		281	7.1	0.88	7.3	35.9	4.0	0.47	19.4
		284	7.6	0.71	6.7	15.8	2.2	0.10	14.9
	振興坋粘土 (C—9)	87	6.3	2.68	9.7	22.6	2.5	0.04	11.5
		89	7.9	1.20	6.6	21.6	3.3	0.05	16.6
		91	8.0	1.00	6.4	19.6	6.5	0.07	24.1
		94	7.8	1.20	11.0	8.8	2.8	0.07	18.5
灰棕色水稻土 Gray brown aquori-zems	臺北坋壤 (N—1)	1	5.1	2.44	6.4	8.4	0.9	0.01	10.6
		5	6.4	1.00	9.3	13.2	3.4	0.08	26.0
	營磐粘土 (C—7)	106	5.2	2.61	9.5	45.5	3.5	0.03	5.2
		108	7.2	1.24	11.3	59.2	5.4	0.09	35.2
		110	7.3	0.73	10.8	49.5	5.0	0.10	37.9
橄欖色水稻土 Olive aquori-zems	美濃坋壤 (S—11)	297	7.9	2.49	8.1	15.9	2.6	0.05	14.7
		299	8.0	0.28	5.3	24.5	4.5	0.09	29.1
		301	7.7	0.22	4.3	24.0	2.3	0.02	27.4

表九　其他諸亞土類之主要化學性

Table 9. Major chemical properties of the other sub-groups.

亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土號 Soil No.	pH	O. M. %	C/N	CEC m.e./100g	Free Fe_2O_3 %	Free MnO_2 %	Available SiO_2 mg/100g
稻田低地灰粘土 Paddy lowland gley soils	城仔粘壤 (N—11)	77	5.4	2.82	6.3	11.1	2.8	0.04	11.45
		79	6.3	0.59	5.7	3.9	3.4	0.05	7.19
		80	6.3	0.50	6.5	4.5	2.8	0.03	9.26
	南平粘壤 (C—4)	60	8.1	3.17	7.8	39.3	3.8	0.08	19.56
		62	7.8	1.61	8.4	18.4	3.0	0.15	23.20
稻田低地冲積土 Paddy lowland alluvial soils	斗六坋粘壤 (C—8)	81	6.5	2.43	10.1	24.1	2.9	0.03	11.64
		83	7.6	1.21	9.4	29.6	4.1	0.09	31.23
		86	7.4	1.01	7.4	35.3	4.3	0.05	34.35
	池上壤土 (E—3)	250	5.7	2.32	9.6	5.1	1.8	0.02	7.6
		251	6.3	2.00	8.9	5.1	2.3	0.02	12.9
稻田黃棕壤 Paddy Y. B. latosols	觀音坋粘壤土 (N—4)	17	5.1	2.00	7.6	9.9	1.3	0.01	13.3
		18	5.8	0.57	4.7	10.7	1.6	0.01	29.4
		20	5.6	0.43	3.6	22.7	3.6	0.01	38.8
稻田低地磐層土 Paddy lowland planosols	林鳳營坋粘土 (S—32)	205	6.5	3.61	10.5	15.9	4.7	0.06	22.5
		207	7.8	2.79	10.1	12.2	5.1	0.09	59.4
		210	7.8	1.69	10.8	8.7	4.1	0.07	61.6
	鹿草粘壤 (S—23)	117	6.2	3.19	10.3	16.5	4.0	0.05	17.2
		119	7.6	2.38	11.5	12.2	4.4	0.07	48.4
		122	7.7	0.84	12.0	8.05	2.8	0.05	40.1

表十　本省水稻田土壤新分類表

Table 10. The new soil classification of the representative soil types of the paddy field in Taiwan.

土類 Great groups	亞類 Sub-groups	土型 Soil types	土壤剖面號 Soil profile No.
Aquorizems	I. Gray aquorizems 灰色水稻土	柑園坋粘	N—2
		新社壤土	N—9
		臺東坋粘土	E—5
		橫山壤土	N—8

水稻土		崇蘭坋粘土	S—12
		鳳林坋粘壤	E—8
		頂六壤土	S—22
		振興坋粘土	C—9
		屏東壤土	S—10
	II. Gray brown aquorizems 灰棕色水稻土	臺北坋粘土	N—1
		頭份壤土	N—7
		苗栗粘土	N—6
		霧峰粘壤	C—1
		營磐粘土	C—7
	III. Olive aquorizems 橄欖色水稻土	路竹壤土	S—26
		白河坋壤	S—33
		美濃坋壤	S—11
Gley soils 灰粘土	IV. Paddy lowland gley soils 稻田低地灰粘土	城仔粘壤	N—11
		四結坋壤	N—10
		頂勞坋壤	C—3
		仁武粘壤	S—27
		南平粘壤	C—4
		南港舊坋壤	C—5
	V. paddy upland gley soils	下大堀坋壤	N—3
Alluvial soils 冲積土	VI. Paddy lowland alluvial soils. 稻田低地冲積土	草湖粘壤	C—2
		中興坋壤	C—6
		斗六坋粘壤	C—8
		池上壤土	E—3
		富田坋粘土	E—7
		壽豐坋壤	E—6
Latosols 紅壤化土	VII. Paddy yellowish brown latosols 稻田黃棕壤	觀音坋粘壤	N—4
		觀音坋粘土	N—5
	VIII. Paddy reddish brown latosols	興化坋粘土	N—12
Planosols 磐層土	IX. Paddy lowland planosols 稻田低地磐層土	鹿草粘壤	N—23
		林鳳營坋粘土	S—32
		深坑子坋壤	S—25

表十一　本報告水稻田土壤分類與美國農部第七次土壤分類草案之對照簡表

Table 11. The contrast between the soil classification of this report and the 7th approximation of USDA

Soil classification of this report.		Soil classification of 7th approximation of USDA		
Great groups	Sub-groups	Order	Sub-order	Great-groups
Aquorizems	I. Gray-aquorizems	Alfisols Alfisols	Aqualfs Aqualfs	Dystraqualfs Eutraqualfs
	II. Gray brown aquorizems	Alfisols	Aqualfs	Dystraqualfs
	III. Olive aquorizems	Alfisols Alfisols	Aqualfs Aqualfs	Dystraqualfs Eutraqualfs
Gley soils	IV. Paddy lowland gley soils	Inceptisols	Aquepts	Araquepts
	V. Paddy upland gley soils	Inceptisols	Aquepts	Araquepts
Alluvial soils	IV. Paddy lowland alluvial soils	Entisols Entisols	Fluvents Fluvents	Dystrfluvents Eutrfluvents
Latosols	VII. Paddy yellowish brown latosols	Inceptisols	Udepts	Dystrudepts
	VIII. Paddy reddish brown latosols	Ultisols	Udults	Rhodudults
Planosols	IX. Paddy lowland planosols	Alfisols	Aqualfs	Fragaqualfs

就粘土礦物以申論土壤肥力潛能，如以 CEC 爲其指標則順序如次： Vermiculite> montmorillonite> Illite & chlorites> kaolinite>hydrous oxides, 是即硅石最高，蒙特石次之，依萊石與綠泥石又次之，高嶺石更次之，氫氧化物最低，因而若以粘土礦物作爲評估各亞土類之肥力潛能，則橄欖色水稻土及稻田黃棕壤以硅石及其混合層爲其優勢成分而伊萊石次之者，應屬肥力潛能較厚之土壤；而稻田低地冲積土及稻田低地磐層土以伊萊石及硅石爲優勢成分，混合層或高嶺石爲次者，屬於中度肥力潛能土壤；灰色水稻土及灰棕色水稻土以伊萊石爲顯著成分，硅石及高嶺石次之，混合層及綠泥石更次之者，肥力潛能更次；而稻田低地灰粘土以伊萊石及綠泥石爲著，混合層爲次者，肥力爲最遜。此係就粘土礦物單項性質討論而言，實則肥力因子複雜，包括土壤物理性狀及其他化學因子如有機物、有效磷、有效鉀與 PH 均與之有密切之關係，抑各土型之粘土礦物在同一亞類中亦未完全劃一，尤應分別核對之，此處僅通論其概，用見一斑，如以土壤肥培及土壤改良爲標的，尙有待進一步作各土型之研究。

參考文獻

1.張仲民　臺灣冲積土之剖面形態及粘土礦物研究，中國農化學會誌2卷3、4期109—121頁（1964）

2.洪崑煌、陳振鐸　臺灣土壤粘土礦物之研究，中國農化學會誌3卷1、2期1—6頁（1965）

3.梁鉅榮、黎靜韻　臺灣省紅棕壤生成之綜合研究，中華農學會報新52期81—100頁（1965）

4.莊作權　臺灣鹽漬土之粘土礦物研究及其對土壤分類之應用，糖業試驗所研究彙報41：17—32頁（1966）

5.黎靜韻、梁鉅榮　本省水稻田土壤之生成研究，農業研究19卷4期P 1—18（1970）

6.梁鉅榮　臺灣稻田土壤之分類研究，國家科學委員會59年度報告未印稿（1971）

7.王明光、洪崑煌　看天田土壤中粘土礦物組成分之研究，中國農化學會誌9卷3、4期140—150頁（1971）

8.梁鉅榮、黎靜韻　本省北部水稻田土壤之特質及其生成，農業研究22卷2期（1973）

8.a 莊作權　臺灣蕉田土壤中雲母類粘土礦物之形態及來源，臺灣糖業試驗所研究彙報59號1—10頁（1973）

9.梁鉅榮、黎靜韻　本省中部水稻田土壤之特質及其生成，農業研究23卷4期（1974）

10.梁鉅榮、黎靜韻　本省東部及南部水稻田土壤之特質及其生成，中國農業化學會誌13卷1、2期 88—115頁（1975）

11. J. Thorp & G. D. Smith (1949) "Higher categories of soil classification" Soil Science, vol. 67, pp. 117-126

12. M. L. Jackson, (1958) Soil chemical analysis

13. S. Morits, (1958) Nutrient absorption by rice from media containing different types of clay minerals. Soil Science, vol. 86, no. 6,

14. Soil suruey staff, (1960) USDA Soil classification : A comprehensive system, seventh approxi mation

15. K. H. Tan, (1968) The gensis and characteristics of paddy soils in Indonesia. Soil Science and Plant Nutrition, vol. 14, no. 3

16. K. Kawaguchi, (1969) Lowland rice soils in Thailand, reports on research in Southeast Asia, Natural Science, series N-4

17. Soil Conservation Service, USDA, (1970)Soil taxonomy of the national cooperative soil survey,

18. R. L. Donabue, J. C. Shickluna & L. S. Robertson, (1971) Soils, an introduction to soil and plant growth, 3rd edition,

SIUDY ON THE CLAY MINERAL OF THE SOILS OF PADDY FIELD IN TAIWAN[1]

by

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

Summary

1. Soils of this study were selected from 36 representative soil profiles of the paddy field in Taiwan. It included 5 great groups, 7 sub-grops, 27 soil types, and 76 soil samples. Eight items of physic-chemical properties were analyzed. The purpose of this study was to understand the clay mineral and the related physico-chemical proper ties of the representative soil types for the reference of the soil classification and the improvement of fertilizer application. The results were shown in from fig. 1 to 10 and from table 1 to 11.
2. Illite were the most dominant clay minerals that present in all of the representative soil samples. There were some vermiculite or chloride present apparently in part of the soils and some kaolinite also occurred. Concerning the primary minerals, quartz was very common in these soils and some with feldspar.
3. Concerning the clay minerals of the soils of sub-groups, vermiculite and its mixed layer were occurring dominantly and illite was the second in olive aquorizems and paddy yellowish brown latosols. They were shown on table 3c and 5b. The fertility potential of these soils belong to the high.
4. Illite and vermiculite were the dominant and mixed layer or kaolinite were the second clay minerals in paddy lowland alluvial soils and paddy lowland planosols. They were shown on table 5a. The fertility potential of these soils belong to the moderate.
5. Illite was the dominant, vermiculite and kaolinite were the second, mixed layer and chloride were the third clay mineral in gray aquorizems and gray brown aquorizems. They were shown on table 3a and 3b. The fertility potential of these soils belong the poor. Illite and chloride were the dominant and mixed layer was the second clay mineral in paddy lowland gley soils, which was shown on table 5b. The fertility potential of these soils belong to the very poor.
6. A new soil classification system of the representative soil types of the paddy field in Taiwan was recommended based on the data of clay mineral and the other physico-chemical properties. It was shown in table 10. The contrast between the higher categories of this report and the 7th approximation of soil classification of USDA was shown in table 11.

---

1. Serial No. (Q) 782
2. Senior Soil Scientist, Head of Agricultural Chemistry Department, Soil Chemist, respectively. TARI, Taiwan, Republic of China.

中部土壤所含磷形態與稻穀收量及磷吸取量之關係[1]

林家棻　張愛華　吳懷國[2]

摘要　利用磷形態分佈，以研究土壤中有效態磷供應狀況，過去多以盆栽爲主，田間資料缺乏。本試驗之目的在探討中部土壤所含磷形態對於盆栽與田間稻穀收量與磷吸取量之關係，俾供改進稻田磷肥管理與估計磷肥供應之參考。經在本省中部(南投、彰化、雲林及臺中)四種不同類別土壤上，選取20地點，同時舉行盆栽與田間試驗以及室內化驗，所得結果摘要於下：

土壤中全磷及各形態磷含量與土壤母質及其化學性狀有密切關係。粘板岩冲積土全磷含量最高，以 Ca—P 爲主。其次爲砂頁岩冲積土，以 Fe—P 爲主。再次爲混合冲積土，則以 Ca—P 與 Fe—P 爲主。

稻穀收量或磷吸取量與土壤中各形態磷之關係，經單相關與複相關計算結果，以及栽培前後土壤中各形態磷之變異情形，均顯示水稻所攝取之磷以 Fe—P 爲主；但 Ca—P 與有機磷則有干擾作用，尤其在田間更爲顯著，因而田間水稻磷吸取量與 Fe—P 之相關係 數顯然較盆栽者爲低，相對地降低其重要性。

在盆栽情形，水稻磷吸取量與土壤 pH 亦呈極顯著之負相關， 而在田間更與粘土及有機物含量各呈顯著之負相關；相反地， 土壤中 Ca—P 與有機磷之含量則與土壤 pH 、粘土及有機物含量有密切之正相關。因此，土壤中 Ca—P 與有機磷阻礙水稻磷吸取者，可能主要受土壤 pH 與粘土及有機物含量之影響。

綜上所言，水稻磷吸取量確與土壤中Fe—P有關，但其相關程度，在田間不如盆栽者强，此可能因在盆栽不排水情形與田間自然環境之下，由於粘土與有機物呈現不同效應所致。

引　　言

土壤中存在的磷形態，大體上可分爲無機態與有機態兩類。Chang 與 Jackson [4] 更將無機態分離爲鋁結合磷 (Al—P) 、鐵結合磷 (Fe—P) 、鈣結合磷 (Ca—P) 與結核磷 (Occluded—P) 等。張守敬氏 [7] 并認爲水稻對於磷的攝取以 Fe—P 爲主， 而陸稻則以 Al—P 爲主。 Al-Abbas 與 Baber 兩氏 [1] 以小米 (millet) 爲指示作物時，則認爲 Fe—P 有效性最高。 Susuki [12] 氏等認爲大麥之磷攝取與土壤中 Ca—P 與 Al—P 之關係最爲密切。作者等 [13] 以玉米試驗時，其磷之攝取受土壤中 Al—P 與 Fe—P 之影響最大。

以上顯示作物對於磷之攝取確與土壤中磷形態之分佈有關。但過去試驗多以盆栽爲主，同時土壤中各形態磷多少均有存在。其對於作物收量與磷吸取之複相關關係，尚乏資料，可供參考。本試驗之目的在探討土壤磷形態對於盆栽與田間稻穀收量及磷吸取量之關係，俾供土壤磷素肥力管理與改進土壤有效態磷素測定之參考。

1.試驗報告農試字第七八三號。

2.臺灣省農業試驗所技正、技術員

試 驗 方 法

供試土壤：在本省中部南投、臺中、彰化及雲林四縣選取20點，土壤類別包括砂頁岩冲積土、粘板岩老冲積土、粘板岩新冲積土，以及混合冲積土，其化學性狀及磷形態之分佈如表1及2。

盆栽試驗：上述每種土壤各設5處理即：1.無肥，2.無氮，3.無磷，4.無鉀，及5.三要素，重複兩次共計 200盆，每盆用土5公斤，其氮（N）、磷（P_2O_5）、鉀（K_2O）之施用量各爲 120、80及 80 kg/ha。水稻品種用臺中65，其他管理照常，連續4作水稻。本報告僅選取無磷及三要素兩處理資料討論之。

田間試驗：在上述20地點同時舉行田間試驗，本試驗中氮、磷、鉀施用量各分爲3平準，組合爲8處理。施肥法中以磷肥悉數作基肥施用；氮肥以25%作基肥，30%作第一次追肥，25%作第二次追肥，其餘20%作穗肥；鉀肥則20%作基肥，其餘80%平分兩次，以追肥施用之。氮肥用硫酸銨，磷用過磷酸鈣，鉀用氯化鉀，小區面積爲2.5×4=10 平方公尺，隨機排列，4重複，其他照當地習慣法行之。本報告中僅取無磷區(N 60 kg/ha. P_2O_5 O kg/ha 及 K_2O 40 kg/ha)及施磷區(N 60 kg/ha P_2O_5 80 kg/ha K_2O 40 kg/ha) 所得資料討論之。

土壤分析：1. pH 用玻璃電極法（土：水=1：1）[14]，2.有機物用 Walkeley 與 Black 氏法[14]，3.機械分析用浮秤法(Hydrometer method)[14]，4.陽離子交換能量與交換性陽離子用醋酸銨法[11]，5.土壤中全磷用過氯酸分解後，用鉬藍法并以 Ascorbic acid 作還元劑比色測定之[3]。

表1. 供試土壤之化學性狀

Table 1. The chemical characteristics of the soils tested

Soil No.	Location	pH	Tex-ture	Mechanical analysis Clay %	Silt %	Sand %	Organic matter %	CEC me/100 g	Exchangeable cations me/100 gm K	Ca	Mg	Free Fe %	Extractable Al ppm
				Sandstone and shale alluvial soils									
NT-1	南投草屯碧州里	5.3	SiCL	37.9	48.0	14.1	2.4	13.1	0.22	5.49	1.49	1.47	29.6
NT-2	南投草屯新庄里	4.7	L	21.9	40.0	38.1	2.3	11.9	0.13	4.89	1.15	0.96	30.8
NT-3	南投南投營南里	7.5	SiCL	29.9	56.0	14.1	3.1	16.3	0.20	28.44	2.47	1.56	14.7
NT-4	南投南投營南里	5.4	CL-C	39.9	38.0	22.1	3.7	22.9	0.28	12.97	3.62	1.56	36.6
NT-5	南投南投營北里	5.6	L	23.9	46.0	30.1	2.2	15.6	0.24	7.24	2.14	1.11	22.5
				Slate recent alluvial soils									
CH-1	彰化田尾新生村	7.2	SiC	35.9	48.0	16.1	2.7	9.7	0.09	8.58	1.52	1.05	11.8
CH-2	彰化田尾陸豐村	7.6	SiCL	35.9	54.0	10.1	3.2	10.5	0.14	34.43	2.14	0.95	17.1
YL-1	雲林西螺振興里	6.2	SiCL	37.9	46.0	16.1	2.6	11.9	0.19	6.94	2.24	1.02	15.0
YL-2	雲林西螺振興里	5.8	SiC	43.9	48.0	8.1	2.9	11.9	0.32	6.34	2.07	0.99	22.9
YL-5	雲林西螺振興里	6.1	SiC	39.9	46.0	14.1	4.0	15.6	0.29	10.58	2.83	0.99	19.2
YL-4	雲林西螺振興里	7.6	L	21.9	40.0	38.1	3.4	11.7	0.19	32.44	2.39	0.72	9.6
YL-3	雲林西螺振興里	6.9	CL	29.9	46.0	24.1	3.0	10.0	0.11	6.99	1.44	0.72	15.3

Slate older alluvial soils

CH-3	彰化北斗中寮里	7.2	SiCL	29.9	52.0	18.1	2.6	13.3	0.14	15.97	1.07	0.96	9.1
CH-4	彰化北斗中寮里	7.5	SiL	19.9	54.0	26.1	2.4	10.7	0.09	25.45	1.45	0.81	6.2
CH-5	彰化北斗中寮里	7.2	SiCL	31.9	48.0	20.1	3.3	14.7	0.19	17.22	1.64	1.02	6.5

Mixed alluvial soils

TC-1	臺中清水菁埔里	5.3	L	23.9	40.0	36.1	3.0	9.5	0.23	3.99	1.04	0.30	21.2
TC-2	臺中清水菁埔里	5.4	L	13.9	40.0	46.1	2.0	5.9	0.14	2.69	0.77	0.21	25.7
TC-3	臺中清水菁埔里	4.9	L	21.9	46.0	30.1	2.6	8.3	0.10	3.19	0.75	0.42	26.0
TC-4	臺中沙鹿鹿峰里	5.7	SL	13.9	28.0	58.1	2.5	8.1	0.07	4.49	1.20	0.93	10.5
TC-5	臺中沙鹿鹿峰里	6.3	L	17.9	38.0	44.1	1.5	7.0	0.10	5.34	1.57	0.93	7.5

表2. 供試土壤中各形態磷之分佈情形

Table 2. Amounts of soil phosphorus fractions of the soils tested, ppm

Soil No.	Total —P	Al—P	Fe—P	Ca—P	Occluded—P	Organic—P
		Sandstone & shale alluvial soil				
NT—1	440	27.4	156.3	38.6	117.5	100.8
NT—2	820	66.7	373.8	158.0	131.8	89.7
NT—3	650	57.4	103.8	140.3	183.8	164.7
NT—4	450	16.5	146.5	45.0	75.0	167.0
NT—5	650	45.6	264.5	131.3	139.0	69.6
		Slate recent alluvial soil				
CH—1	800	30.6	80.3	455.0	88.0	146.1
CH—2	800	20.5	16.0	490.0	95.0	178.5
YL—1	675	21.5	110.0	317.0	92.8	133.7
YL—2	770	35.3	177.3	317.0	114.5	125.9
YL—3	755	19.8	121.3	334.0	77.5	202.4
YL—4	850	49.9	23.5	515.0	190.0	71.6
YL—5	725	38.1	83.8	436.0	65.8	101.3
		Slate older alluvial soil				
CH—3	1040	73.8	143.0	567.0	112.5	143.7
CH—4	770	25.9	24.5	548.0	75.0	96.6
CH—5	875	47.5	105.8	482.0	93.3	146.4

Mixed alluvial soil

TC—1	675	83.8	298.5	181.0	10.0	101.7
TC—2	345	27.3	45.0	184.0	32.0	56.7
TC—3	450	29.8	110.8	191.0	36.0	82.4
TC—4	400	14.9	79.5	139.0	70.0	96.6
TC—5	380	13.3	59.5	171.5	48.5	87.2

6.無機態磷之分離則用 Chang and Jackson [4] 法，7. 有機態磷則由全磷與各無機態磷總和之差求得之，8.游離鐵用 $Na_2S_2O_4$-EDTA 法測定之 [2]，9.可抽出鋁用 IN NH_4OAC pH 4.8 抽出後用 Aluminon 比色法測定之。

植物分析：水稻收穫乾燥稱量後，分穀藁兩部份，其中全氮用 Kjedahl's 法，測定磷、鉀時，則先將植物樣本乾灰化後（550°C），磷用釩酸銨法，鉀用焰光法測定之 [15]。

結果與討論

一、土壤類別間磷形態之分佈及其與土壤化學性狀之關係：表3.示土壤類別間之全磷含量，以粘板岩冲積土最高，其次爲砂頁岩冲積土，再次爲混合冲積土。就磷形態之分佈而言，砂頁岩冲積土以鐵結合磷爲主，其他冲積土包括粘板岩新冲積土，粘板岩老冲積土及混合冲積土均以鈣結合磷爲主，鐵結合磷（包括結核磷）爲副。鋁結合磷在各類土壤中所佔全磷之百分比均低，約在4～7%間。有機磷則在14～20%間。此與張守敬氏 [5] 研究本省主要土壤類別間磷形態之分佈甚爲接近。

表3. 供試土壤類別間磷形態之分佈情形

Table 3. Average amounts of soil phosphorus fractions of different soils

土壤類別 Soil	全磷 Total -P	鋁結合磷 Al-P	鐵結合磷 Fe-P	鈣結合磷 Ca-P	結核磷 Occluded-P	有機磷 Organic-P
			ppm			
砂頁岩冲積土 Sandstone & shale alluvial soils	602.0 (100)	42.7 (7.1)	209.0 (34.7)	102.6 (17.0)	129.4 (21.5)	118.4 (19.7)
粘板岩新冲積土 Slate recent alluvial soils	767.0 (100)	30.8 (4.0)	87.5 (11.4)	409.1 (53.3)	103.4 (13.5)	137.1 (17.9)
粘板岩老冲積土 Slate older alluvial soils	895.0 (100)	49.0 (5.5)	91.1 (10.2)	532.3 (59.5)	93.6 (10.5)	128.9 (14.4)
混合冲積土 Mixed alluvial soils	450.0 (100)	33.8 (7.5)	118.7 (26.4)	173.3 (38.5)	39.3 (8.7)	84.9 (18.9)

表4.示土壤中 Al—P 與 Fe—P 均與土壤 pH, CEC, 及交換性鎂有關，Ca—P 則與 pH, 游離鐵及粘土含量有關。結核磷與 pH、游離鐵及交換性鈣有關，有機磷則與 Clay, 有機物及 pH 有關。由此顯示土壤中各形態磷之分佈除受母質之影響外，其與土壤化學性狀亦有密切關係。表3.示粘板岩冲積土所含 Ca—P 較其他冲積土高出數倍，如何改進土壤化學性狀促使其有效化，誠有加以研究之必要。

表4. 土壤磷形態與化學性狀之相關係數及其迴歸方程式

Table 4. Correlation coefficient as well as regression equation between forms of soil phosphorus and some chemical properties of the soils

Dependent variable	Independent variable	Correlation coefficient	Regression equation
Al—P	Exch. Mg	−0.29	Y=−8.08Mg+51.43
	pH×CEC×Mg	0.58**	Y=4.36 CEC−26.32Mg+31.27
	pH×CEC×Mg	0.61*	Y=4.32 pH+4.73 CEC−29.09Mg−1110.91
Fe—P	pH	−0.63**	Y=−60.56 pH+505.90
	pH×CEC	0.69**	Y=−61.71 pH+6.78 CEC +432.27
	pH×CEC×Mg	0.76**	Y=−52.54 pH+17.01 CEC−68.99Mg+373.39
Ca—P	pH	0.78**	Y=138.88pH−578.78
	pH×Fe	0.86**	Y=149.95 pH−181.47 Fe−39126.20
	pH×Clay×Fe	0.90**	Y=147.46 pH+6.12 Clay−268.02 Fe−38563.39
Occluded—P	Fe	0.57**	Y=74.63 Fe+22.69
	pH×Fe	0.64**	Y=14.07 pH+68.17 Fe−3686.05
	pH×Ca×Fe	0.71**	Y=−5.10 pH+2.38 Ca+59.81 Fe+1354.55
Organic—P	Clay	0.74**	Y=3.27 Clay+24.33
	Clay×O. M.	0.80**	Y=2.26 clay+26.77 O. M. −20.84
	pH×Clay×O M	0.83**	Y=8.49 pH+2.29 clay+22.69 O. M. −2254.37

二、土壤磷形態與稻谷收量及磷吸取量之單相關關係：張守敬氏等[9]認爲水稻以吸取 Fe—P 爲主，乃由於土壤中 Fe—P 含量較 Al—P 爲多，而其表面活性比 (Specific surface activity) 較 Ca—P 爲大；同時 Ca—P 多集中於粗粒部分，Patrick Mikkelsen[11] 認爲稻田浸水後，提高土壤磷肥有效度者乃由於高價鐵結合磷，在浸水之下，還原爲膠狀低價鐵結合磷，而增加其表面積提高水稻吸取機會。表 5. 示在盆栽試驗稻谷收量與 Fe—P 均爲正相關，且多達顯著平準，但與 Ca—P 則多爲顯著之負相關，而與其他形態磷之相關係數多未達顯著平準。在田間情形之下，稻谷收量與 Fe—P 亦爲正相關，但多不顯著，僅在第一期作稻谷收量百分比出現顯著之正相關，至於稻谷收量與 Ca—P 仍爲負相關。其在第二期作多達顯著平準，此外，稻谷收量百分比與 Al—P 在第一期作時亦出現顯著之負相關。

表6. 示在盆栽情形之下，水稻磷吸取量仍與土壤中 Fe—P 含量成極顯著之正相關，與土壤中 Ca—P 則爲極顯著之負相關，田間試驗結果亦然，但其相對之相關係數則普遍降低，其中尤以Fe—P 爲然，此可能因 Fe—P 有效度之增加，主要受稻田灌水，形成還原狀態，使高價還原爲低價鐵而提高其溶解度，各地田間試驗，水分管理未必一致，因而降低其與水稻磷吸取之相關係數。此外，或因田間情形之下，有機磷與水稻磷吸取亦多達顯著之負相關，因此亦影響水稻對於 Fe—P 之攝取，而減低其相關係數。又據張守敬氏[8]引述 Ishizuka 與 Tanaka 研究之結果，認爲磷肥不似氮、鉀肥

表5. 土壤磷形態與稻谷收量之單相關係數

Table 5. Simple correlation coefficient between soil P-fraction and grain yield

P—fraction	1st Crop			2nd Crop		
	—P	+P	—P/+P×100	—P	+P	—P/+P×100
			Pot experiment			
Al—P	− 0.06	− 0.01	− 0.11	0.19	− 0.07	0.33
Fe—P	0.49*	0.53*	0.11	0.62**	0.43	0.31
Ca—P	− 0.64**	− 0.59**	− 0.32	− 0.24	− 0.58**	0.21
Occluded—P	− 0.21	− 0.07	− 0.31	− 0.10	0.39	− 0.48*
Organic—P	0.06	0.12	− 0.11	0.18	0.08	0.08
			Field experiment			
Al—P	− 0.01	− 0.13	− 0.61**	− 0.08	− 0.18	0.43
Fe—P	0.09	0.21	0.49*	0.28	0.22	0.04
Ca—P	− 0.29	− 0.26	− 0.07	− 0.65**	− 0.65**	0.39
Occluded—P	0.08	0.12	− 0.03	− 0.02	− 0.17	− 0.10
Organic—P	− 0.32	− 0.32	0.04	− 0.43	0.42	0.17

表6. 土壤磷形態與水稻吸取量之單相關係數

Table 6. Simple correlation coefficient between soil P-fraction and P-uptake of rice plant

P-fraction	Pot experiment				Field expriment			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	—P	+P	—P	+P	—P	+P	—P	+P
Al—P	0.08	− 0.009	0.11	− 0.05	− 0.19	− 0.04	0.01	− 0.09
Fe—P	0.67**	0.66**	0.74**	0.62**	0.11	0.29	0.47*	0.38
Ca—P	− 0.70**	− 0.75**	− 0.62**	− 0.85**	− 0.43	− 0.61**	− 0.80**	− 0.80**
Occluded—P	− 0.22	− 0.23	− 0.06	0.01	− 0.38	− 0.43	− 0.12	− 0.12
Organic—P	− 0.11	− 0.20	− 0.02	− 0.31	− 0.22	− 0.49*	− 0.49*	− 0.52*

，即使施用過量，僅提高稻體中磷濃度，但不顯著降低稻谷收量，因此，土壤中若干形態磷與稻谷收量或磷吸取量成顯著負相關者，可能受土壤其他性狀之影響，容待後節討論之。

三、土壤磷形態與稻谷收量及磷吸取量之複相關關係：土壤中各形態磷包括 Al—P, Fe—P, Ca—p，結核磷及有機磷多少均有存在，若全部 5 種形態磷均加以考慮，則除田間第一期作外，稻谷收量或磷吸取量與土壤各形態磷之複相關係數均達到顯著平準(表 7)。爲明瞭各形態磷之相對重要性，逐漸刪

表7. 土壤磷形態與盆栽及田間稻谷收量及磷吸取量之複相關係數

Table 7. Multiple correlation coefficient between soil P-fraction and grain yield as well as P-uptake of rice plant*

Crop	Treat-ment	Dependent variable	Independent variable	R	Indepen-dent variable	R	Indepen-dent variable	R	Indepen-dent variable	R	Indepen-dent variable	R	Inde-pen-dent Vari-able	R
Pot Experiment														
1st	−P	Yield	2×3×4×5×6	0.75*	2×3×4×6	0.74**	2×3×4	0.71**	3×4	0.68**	2×3	0.67**		
	+P	Yield	2×3×4×5×6	0.74*	2×3×4×6	0.74**	2×3×4	0.70**	3×4	0.66**	2×3	0.67**		
2nd	−P	Yield	2×3×4×5×6	0.73*	2×3×4×6	0.72*	2×3×4	0.69**	3×4	0.62**	2×3	0.66**		
	+P	Yield	2×3×4×5×6	0.83**	2×3×4×6	0.78**	2×3×4	0.78**	3×4	0.61**	2×3	0.59**		
1st	−P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.84**	2×3×4×5	0.84**	2×3×4	0.83**	3×4	0.81**	2×3	0.78**		
	+P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.89**	2×3×4×5	0.89**	2×3×4	0.88**	3×4	0.84**	2×3	0 83**		
2nd	−P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.86**	2×3×4×5	0.85**	2×3×4	0.85**	3×4	0.81**	2×3	0.85**		
	+P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.94**	2×3×4×5	0.93**	2×3×4	0.91**	3×4	0.89**	2×3	0.81**		
Field Experiment														
1st	−P	Yield	2×3×4×5×6	0.42	3×4×5×6	0.42	3×4×6	0.39	4×6	0.39	3×4	0.29	2×3	0.13
	+P	Yield	2×3×4×5×6	0.43	3×4×5×6	0.43	3×4×6	0.39	4×6	0.38	3×4	0.28	2×3	0.21
2nd	−P	Yield	2×3×4×5×6	0.72*	3×4×5×6	0.72*	3×4×6	0.72**	4×6	0.72**	3×4	0.65**	2×3	0.43
	+P	Yield	2×3×4×5×6	0.73*	3×4×5×6	0.72*	3×4×6	0.71**	4×6	0.71**	3×4	0.65**	2×3	0.45
1st	−P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.56	3×4×5×6	0.55	3×4×6	0.46	4×6	0.45*	3×4	0.44	2×3	0.34
	+P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.78**	3×4×5×6	0.78**	3×4×6	0.71**	4×6	0.71**	3×4	0.61**	2×3	0.40
2nd	−P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.87**	3×4×5×6	0.87**	3×4×6	0.87**	4×6	0.86**	3×4	0.81**	2×3	0.57
	+P	P-uptake	2×3×4×5×6	0.89**	3×4×5×6	0.87**	3×4×6	0.87**	4×6	0.87**	3×4	0.80**	2×3	0.56*

* Independent variable, 2, 3, 4, 5, and 6 indicates Al—P, Fe—P, Ca—P, Occluded—P, and Organic—P, respectively.

"R" stands for multiple correlation coefficient. *shows significant at 5% level, and ** at 1% level.

除其次重要者，則發現稻谷收量或磷吸取量與4種形態磷之複相關係數幾乎與5種形態磷者完全相同，此外，其與三種形態磷或二種形態磷所得之複相關係數，雖然略有降低，由於獨立變數減少，自由度增加，因而並不影響其顯著平準。

若就三種形態磷而言，在盆栽情形之下，稻谷收量或磷吸取量受土中 Al—P, Fe—P, 及 Ca—P 之影響最大；而在田間情形之下，則以 Fe—P, Ca—P 及有機磷最爲重要。若就二種形態磷而言，在盆栽之下，則以 Fe—P×Ca—P, 或 Al—P×Fe—P ，兩者對於稻谷收量或磷吸取量，幾乎具有同等的影響力；但在田間之下，則以 Ca—P× 有機磷最爲重要，其次則爲 Fe—P×Ca—P, 若以 Al—P×Fe—P 所得之複相關係數與 Fe—P×Ca—P 所得者比較時，則顯然降低，且多未達顯著平準。過去本省稻田磷需要量之測定多用 Bray 氏第一法 (0.025NHCl-0.03N NH_4F)，該法所抽取之磷主爲 Al—P 及 Fe—P, 應用於田間，尤其鈣質粘板岩冲積土之稻田，多未盡理想，其原因可能在此。

土壤中三種形態磷之相對重要性，更以 β-coefficient 示之如表8。所謂 β 係數乃以迴歸係數乘個別標準偏差求得之[10]，$\beta_{y\cdot x}=b_{y\cdot x}\left(\frac{Sx}{Sy}\right)$. β 係數有正有負。數值愈大者，其重要性愈高。在盆栽情形之下，Fe—P 之 β 係數均爲正值，且較其他兩形態磷爲高。Al—P 與 Ca—P 之 β 係數均爲負值，兩者或高或低，或相等，差異不一致，因此，在盆栽情形之下，以 Fe—P×Ca—P, 或以 Al—P×Fe—P 與稻谷收量或磷吸取量之複相關係數幾乎不相上下，均達到顯著平準；但在

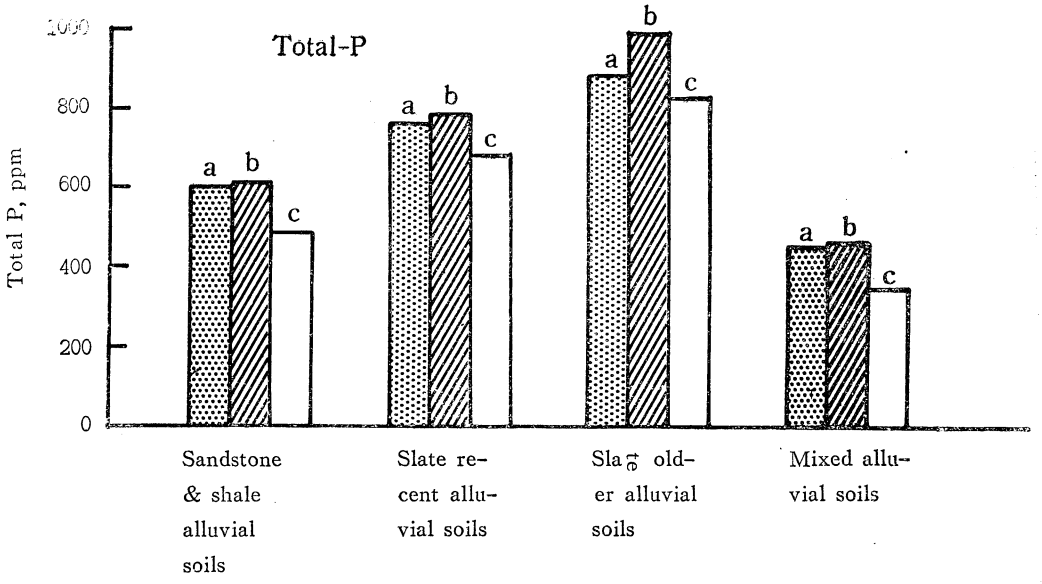
表8. 土壤個別磷形態對於稻谷收量及磷吸取量之相對重要性

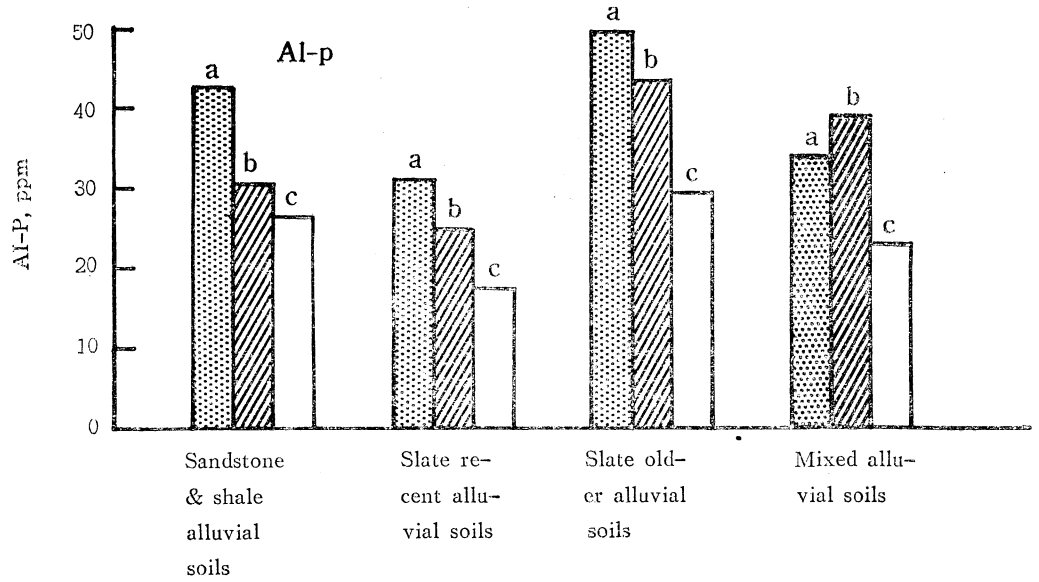
Table 8. Relative importance of individual soil P-fraction affecting grain yield and P-uptake of rice plant

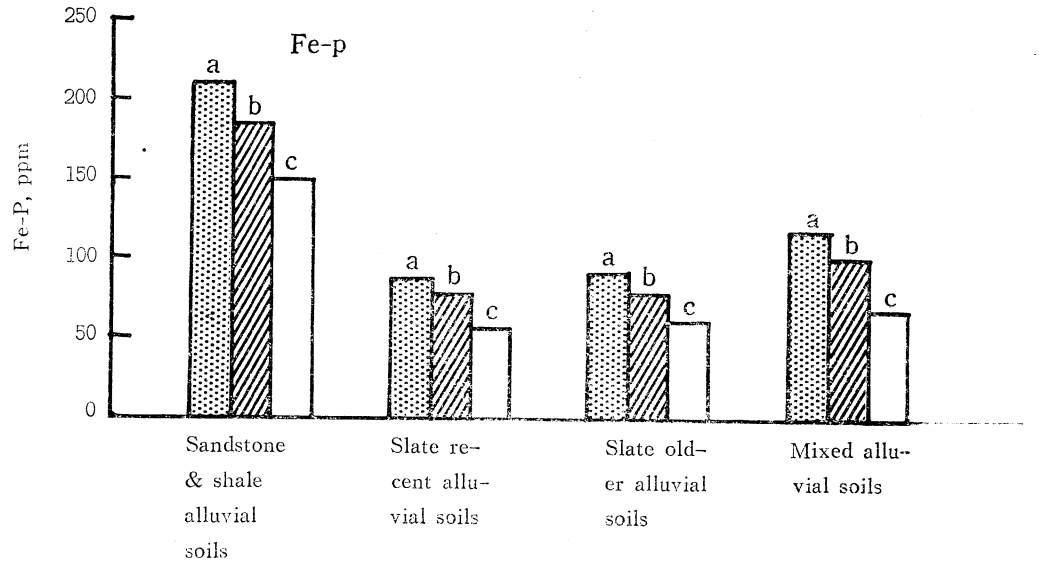
Crop	Treatment	Dependent variable	Pot experiment Independent variable			Field experiment Independent variable		
			Al—P	Fe—P	Ca—P	Fe—P	Ca—P	Organic—P
			Beta coefficient					
1st	−P	Yield	−0.34	0.54	−0.34	−0.05	−0.25	−0.27
	+P	Yield	−0.35	0.65	−0.25	0.11	−0.15	−0.27
2nd	−P	Yield	−0.44	1.01	0.27	−0.02	−0.59	−0.30
	+P	Yield	−0.31	0.46	−0.33	−0.10	−0.63	−0.28
1st	−P	P-uptake	−0.27	0.67	−0.36	−0.10	−0.45	−0.13
	+P	P-uptake	−0.39	0.73	−0.37	0.01	−0.53	−0.36
2nd	−P	P-uptake	−0.41	0.92	−0.15	0.12	−0.67	−0.32
	+P	P-uptake	−0.30	0.54	−0.56	0.01	−0.71	−0.35

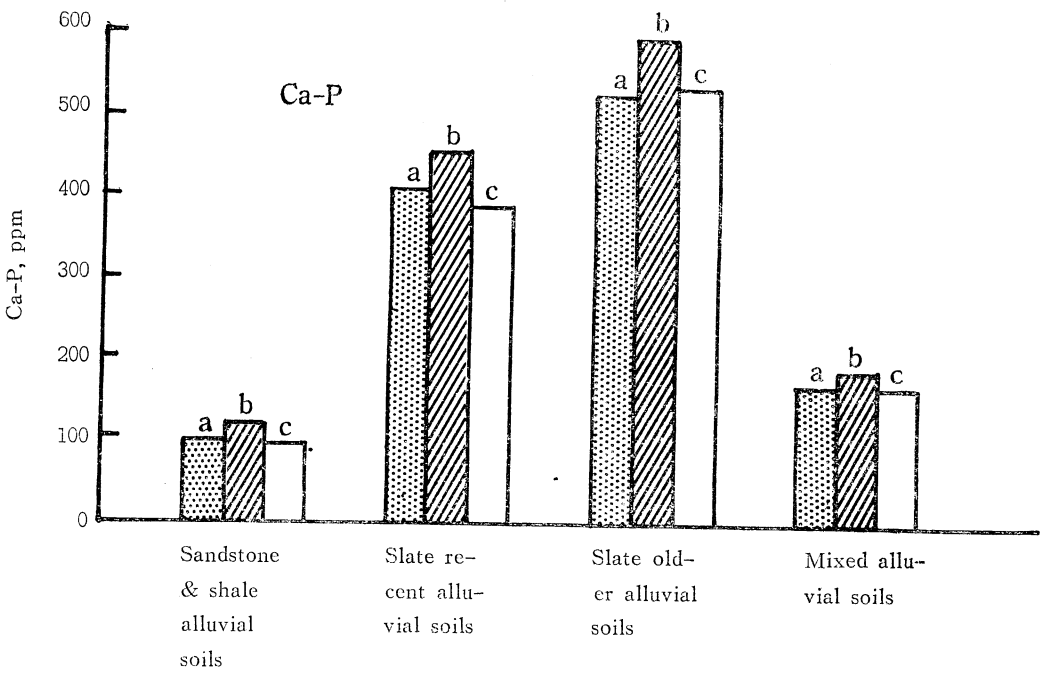
田間之下，其情形則不然，三種形態磷中 (Fe—P, Ca—P, 及有機磷) 除第一期作其複相關係數未達顯著平準，不予討論外，均以 Ca—P 之 β 係數最高，其次爲有機磷，而 Fe—P 則遠低於前兩者，而 Ca—P 與有機磷均爲負值，甚至有時 Fe—P 之 β 係數亦爲負值。過去從事土壤磷有效指數時，很少注意負效應的問題，此似可說明利用土壤速測估計稻田磷供應之困難所在。

四、栽培前後盆栽土壤中磷形態之變異：供試土壤經連續4作水稻後，盆中土壤經風乾，磨細後 (通過 0.5mm篩孔)，選取無磷與施磷兩處理，分別測定各形態磷之分佈情形，如圖1.其中顯示土壤中全磷含量，若不施用磷肥，栽培後確較栽培前降低，而施磷者則有提高之趨向。土壤中 Al—


Total-P
Total P, ppm
1000
800
600
400
200
0
a
b
c
Sandstone & shale alluvial soils
Slate recent alluvial soils
Slate older alluvial soils
Mixed alluvial soils


Al-p
Al-P, ppm
50
40
30
20
10
0
a
b
c
Sandstone & shale alluvial soils
Slate recent alluvial soils
Slate older alluvial soils
Mixed alluvial soils


Fe-p
Fe-P, ppm
250
200
150
100
50
0
a
b
c
Sandstone & shale alluvial soils
Slate recent alluvial soils
Slate older alluvial soils
Mixed alluvial soils


Ca-P
Ca-P, ppm
600
500
400
300
200
100
0
a
b
c
Sandstone & shale alluvial soils
Slate recent alluvial soils
Slate older alluvial soils
Mixed alluvial soils

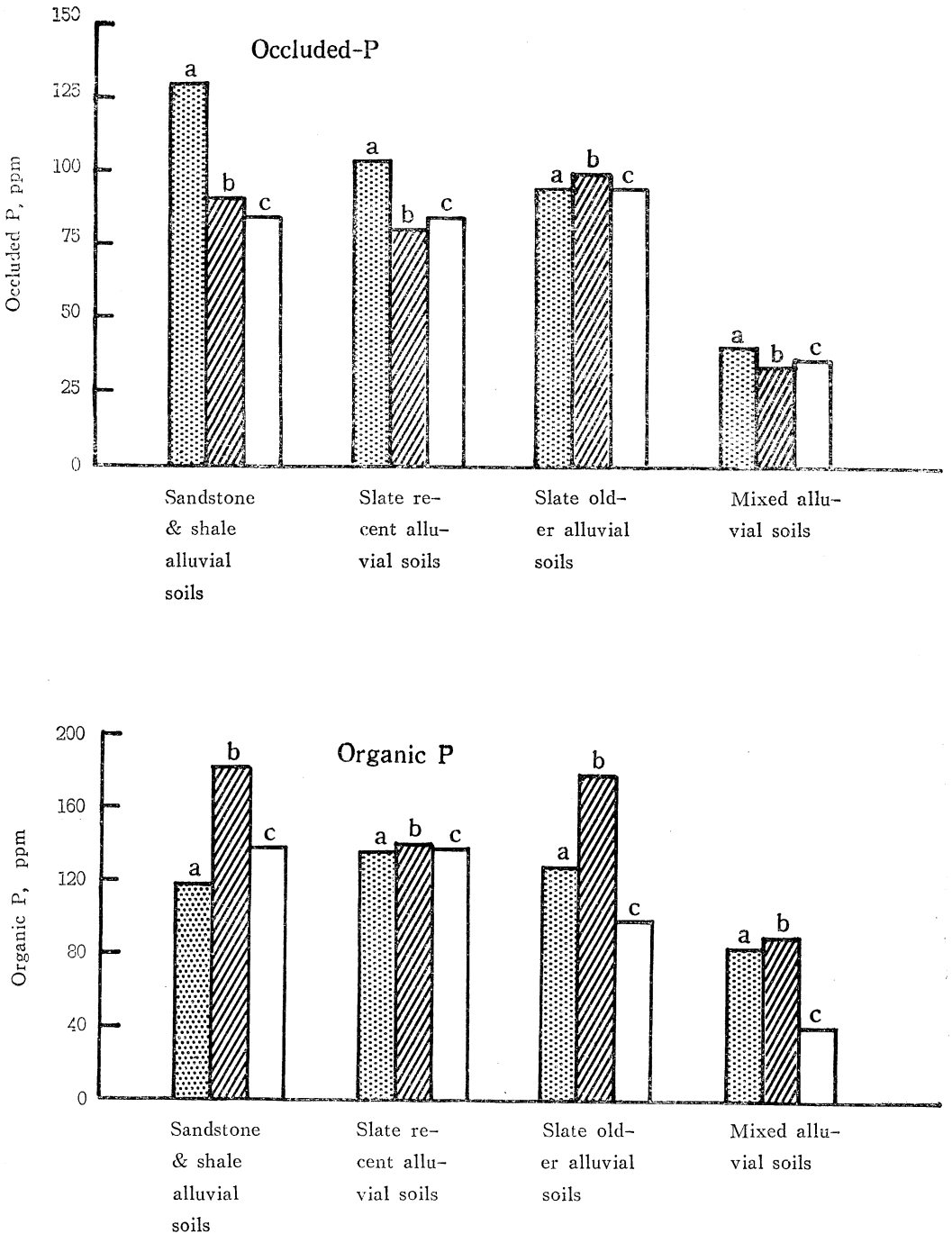
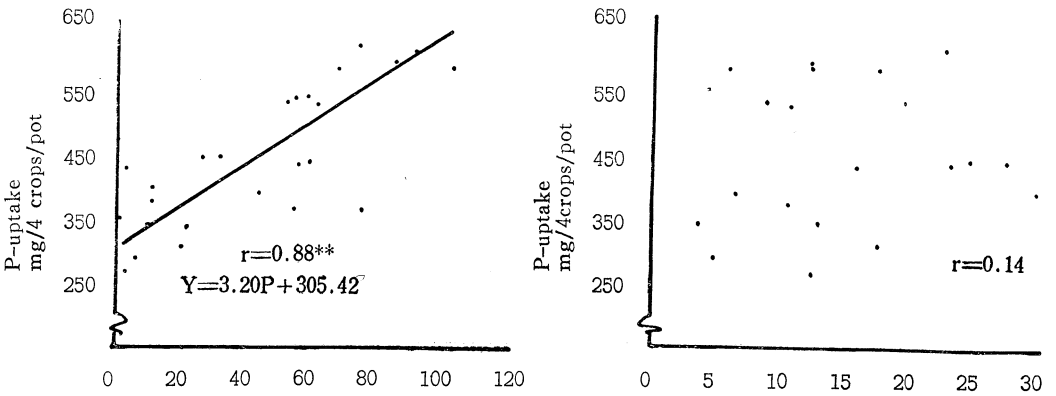


Fig. 1. Average amount of various forms of soil phosphorus before and after 4 consecutive crops of rice plant

a=before cropping, b=after cropping with P added, c=after cropping without P added.

P 與 Fe—P, 不施磷者, 栽培後均較栽培前爲低, 即使施磷亦有同樣趨勢, 僅混合冲積土例外, Al —P 有提高趨向。土壤中 Ca—P, 施磷者多增加, 無磷者, 栽培後其 Ca—P 含量仍與栽培前相差無幾。土壤中結核磷, 施磷與否, 栽培後兩者間相差無幾, 但多較栽培前爲低, 只有粘板岩老冲積土例外。土壤中有機磷, 經栽培後, 施磷者均增加, 無磷者則因土壤類別而異, 不甚一致。



Amount of Fe-P in ppm obtained by difference between those present before and after 4 consecutive crops of rice

Amount of Al-P in ppm obtained by difference between those before and after 4 consecutive crops of rice

Fig. 2. Relationship of P-uptake of rice plant to soil Fe-P or Al-P obtained by difference between those present before and after 4 crops of rice in pot culture

綜上而言, 不施磷時, 栽培後土壤中全磷含量均較栽培前降低, 似可斷定由於水稻攝取所致。至於栽培前後其他形態磷之變異, 是否與水稻攝取有關, 頗難判定。由於本試驗中並未設有不栽培處理, 土壤中磷形態之變異, 可受栽培期間許多因子之影響, 諸如土壤 pH、氧化還原電位、釋放與固定等因子。但從以上結果顯示, 不施磷時, 栽培後土壤中 Al—P 與 Fe—P 普遍地較栽培前爲低。若栽培後, 該兩形態磷之減少與水稻對於磷之攝取有關, 則栽培前後各該形態磷之差必與水稻磷吸取量有顯著關係。圖2.顯示水稻磷之攝取確與栽培後土壤中 Fe—P 之減少有極顯著之正相關, 但與 Al—P 之關係則不顯明。換言之, 栽培後土壤中 Fe—P 之減低, 極可能由於水稻攝取所致。此與張守敬氏[6,7]所得結果正相符合, 渠以不栽培與栽培水稻後, 土壤中 Al—P、Fe—P 及 Ca—P 之變化另以同位元素 P^{32} 追蹤不栽培與栽培水稻後, 在上列三種形態磷中之 P^{32} 分佈情形, 均顯示水稻以吸取 Fe—P 爲主。

五、土壤化學性狀對於水稻磷攝取之關係：土壤中所存在各形態磷, 除受土壤母質之影響外, 尚與土壤之化學性狀有密切之關係（表4）, 若單憑土壤磷形態與稻穀收量或磷吸取量之相關, 很容易導致不正確的觀念, 如土壤中 Ca—P 與有機磷對於稻穀收量或磷吸取量均有負的效應, 究竟係受磷形態的影響, 抑或與土壤其他化學性狀有關, 或兩者兼有, 值得加以探討。

表9.示在盆栽與田間情形之下, 兩者水稻之磷吸取量與土壤 pH 多有極顯著之負相關, 而土壤 Ca—P 與 pH 亦有極顯著之正相關（表4）, 因此, 土壤 Ca—P 多時, 水稻磷之吸取量減少, 土壤 pH 亦爲重要影響因子之一。從圖3.示在盆栽施磷之下, 土壤 pH >7.0時, 水稻磷吸取量多降低, 在田間施磷之下, 亦有類似趨向, 但不及盆栽的明顯, 可能又受其他因子的影響。李子純氏[16]等研究中部粘板岩冲積土性質與水稻生長之關係時, 亦認爲土壤 pH 與稻株中磷含量有極顯著之負相關, 而土壤溶液 pH與 HCo^{-}_{3}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, 又呈顯著之正相關, 因此, 渠等認爲土壤 pH 高時, 影響水稻生長者, 可能由此溶液中高濃度之 HCO_3^-, Ca^{2+}, Mg^{2+} 等離子所致。

表9. 土壤化學性狀與水稻磷攝取量之相關係數

Table 9. Correlation coefficient between soil chemical properties and P-uptake of rice plant

Soil factor	Pot experiment				Field experiment			
	1st Crop		2nd Crop		1st Crop		2nd Crop	
	−P	+P	−P	+P	−P	+P	−P	+P
pH	− 0.88**	− 0.88**	− 0.78**	− 0.81**	− 0.39	− 0.61**	− 0.64**	− 0.66**
Clay	0.16	0.13	0.22	− 0.04	− 0.42	− 0.63**	− 0.19	− 0.40
O. M.	0.003	0.14	0.08	− 0.31	− 0.20	− 0.47*	− 0.48*	− 0.52*
pH×Clay	0.93**	0.92**	0.85**	0.81**	0.54*	0.83**	0.71**	0.73**
pH×Clay×O. M.	0.93**	0.92**	0.86**	0.83**	0.55	0.83**	0.73**	0.76**

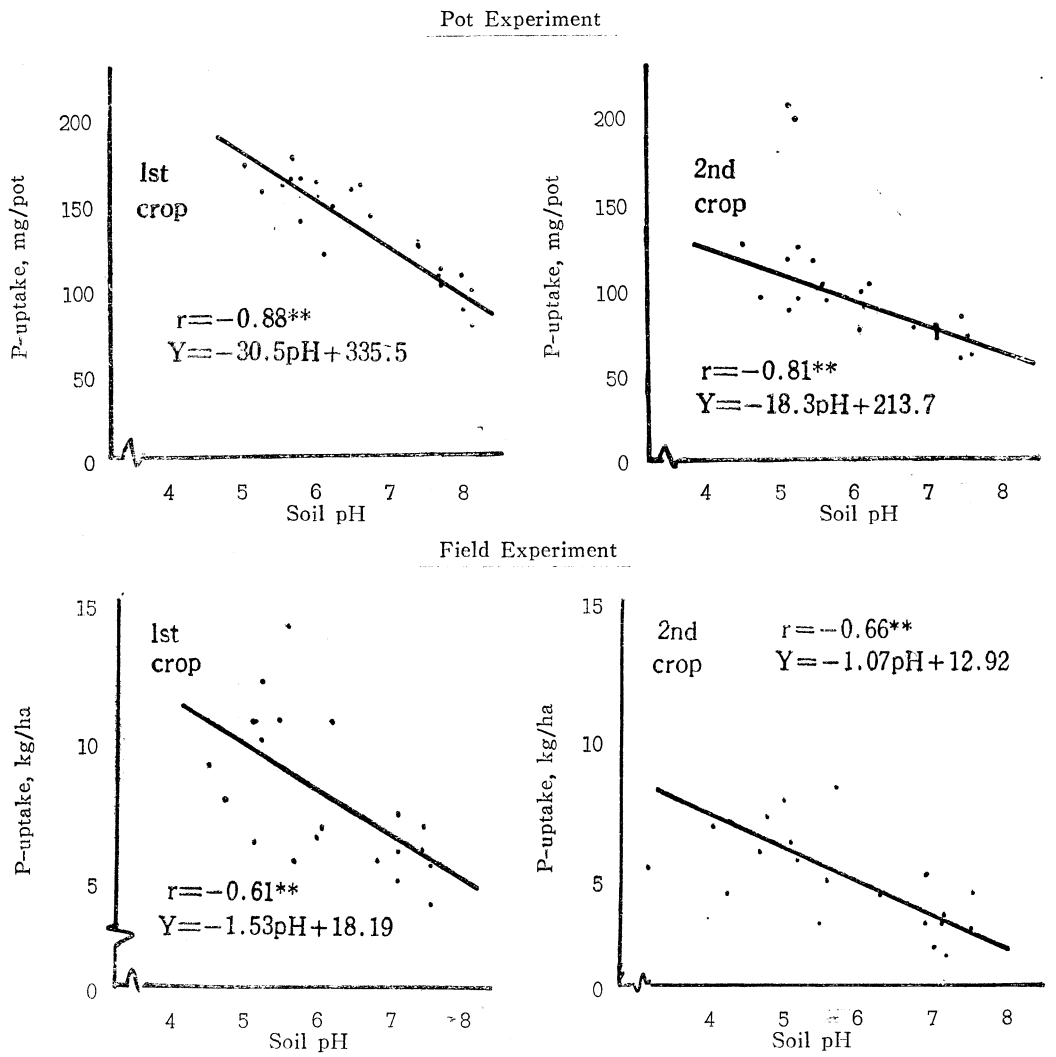


Fig. 3 Relationship between soil pH and P-uptake of rice plant

在盆栽之下，水稻磷吸取量與土壤中粘土或有機物含量之關係不顯明；但在田間之下，則多呈顯著之負相關。此可能由於粘土與有機物含量高之土壤，其土壤內部排水多未達理想，在水稻栽培期中嫌氣情形之下，有機物分解不完全所產生中間產物，抑制水稻對於磷之吸取；而在盆栽之下，由於所用之盆未設有排水裝置，因而不易顯現有機物與粘土含量之影響。從表4.可知土壤有機磷對於粘土與有機物含量有密切之複相關關係，因此，在田間之下，土壤有機磷與水稻磷吸取量呈負相關者，毋寧謂爲由於土壤有機物或粘土含量之影響。

土壤中 Ca—P 與有機磷各與土壤 pH 及粘土含量有密切之關係，因此，水稻磷吸取量與二因子（pH ×粘土）之複相關係數，顯然較其個別之單相關係數爲高，但水稻磷吸取量與三因子 （pH×

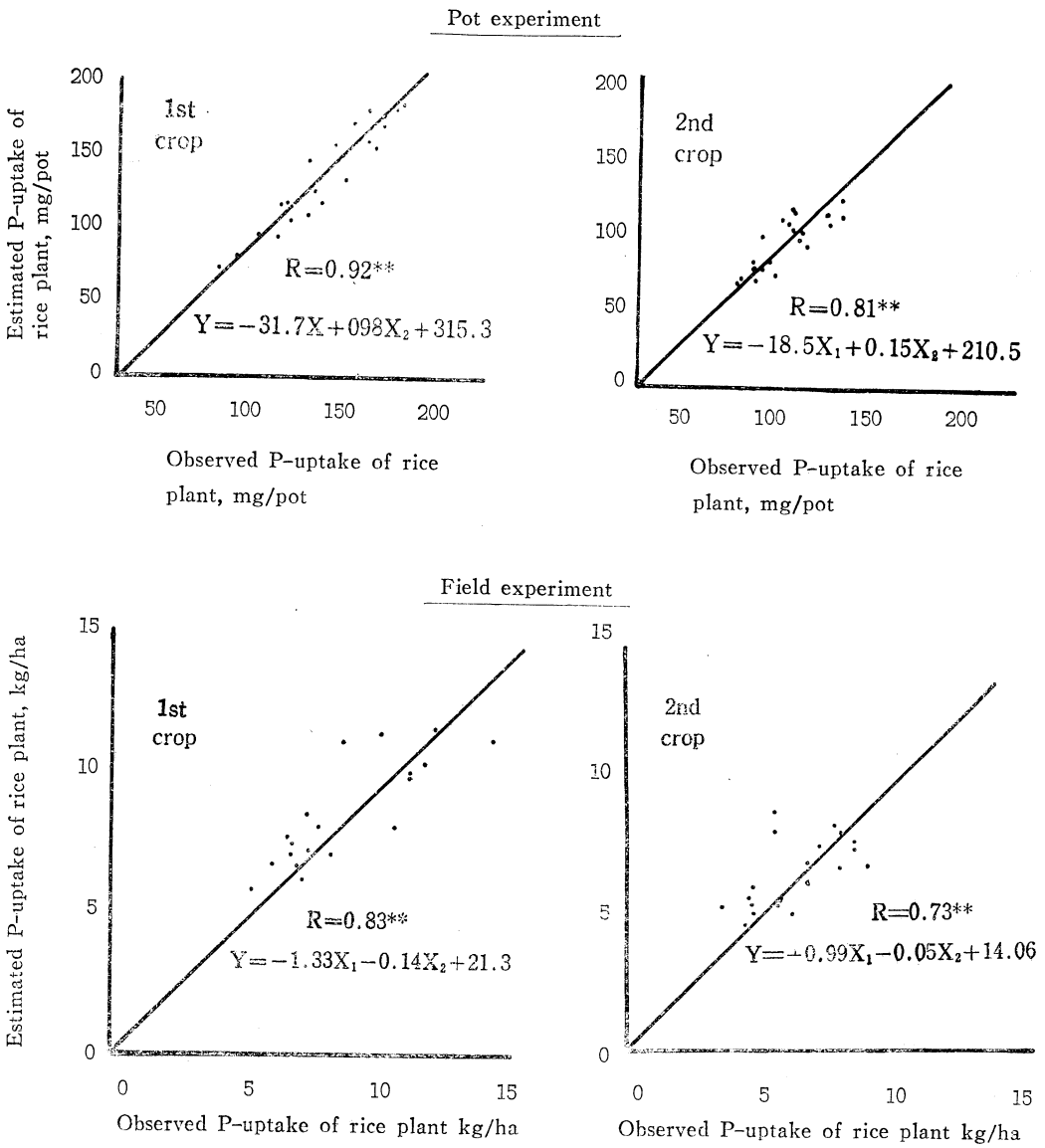


Fig. 4. Dot charts showing observation and estimation for equation :

$$Y=-aX_1\pm bX_2+C$$

Y=P-uptake, X_1=pH , X_2=Clay

Clay×Organic matter) 之複相關係數與二因子者相若，從圖4.示在施磷情形下由水稻磷吸取量與土壤 pH 及 Clay 之複迴歸關係所估計之水稻磷吸取量與實測值極爲接近，尤以盆栽爲然，由此顯示水稻對於磷之攝取，不僅受土壤中磷形態之影響，亦受土壤 pH 與粘土含量之控制，對於利用土壤磷速測值估計稻田磷肥供應時，土壤化學性狀尤應加以考慮。

誌　　謝

本研究獲得國家科學委員會研究補助費及中國農村復興聯合委員會補助試驗經費。供試土壤承陳技正春泉選取鑑定、程式統計承李技正蘭帝設計，謹致謝忱。

參 考 文 獻

1. Al-Abbas, A. H., and Barber, S. A. 1964. A soil test for phosphorus based upon fractionation of soil phosphorus : (1) Correlation of soil phosphorus fraction with plant available phosphorus. SSSA Pro. 28 (2) : 218—224.
2. Asam, T., and Kumada, K. 1959. A new method for determining free iron oxide in paddy soils. Soil and Plant Food., 5 (3) : 141—146.
3. Black, C. A. (Editor in chief) 1965. Methods of soil analysis, Part 2. No. 9 in the series of Agronomy published by the American Society of Agronomy.
4. Chang, S. C., and M. L. Jackson 1957. Fractionation of soil pnospnorus. soil sci. 84. (2) .
5. Chang, S. C., and W. K. Chu, 1960. Forms of phosphorus in the soils of Taiwan. Jour. Agr. Assoc. China. New Series, No. 30.
6. Chang, S. C., and W. K. Chu, 1959. Radioactive assay of the availability of soil phosphorus in lowland rice soils. Proc. of Third Japan Conference on Radioisotopes.
7. Chang, S. C. 1965. Application of phosphorus fractionation to the study of Chemstry of available soil phosphorus. Soils and Fertilizers in Taiwan.
8. Chang, S. C. 1976. Phosphorus in submerged soils and phosphorus nutrition and fertilization of rice (Manuscript) presented at Seminar on the Fertility of Paddy soils. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taiwan, Republic of China.
9. Chu, W. K., and S. C. Chang. 1966. Surface activity of inorganic phosphorus. Soil Sci. 101 (6) .
10. Ezekiel, M. and Fox, A. K. 1972. Methods of correlation and regression analysis 3rd ed.
11 Watrick, W. H. Jr. and D. S. Mikkelsen 1972. Plant nutrient behavior in flooded soils. Fertilizer and Technology and Use. 2nd Ed.
12. Susuki, A. K., Lawtons, and Doll, E. C. 1963. Phosphorus uptake and soil tests as related to forms of phosphorus in some Michigan soils. SSSA Proc. 27 : 401—403.
13. 林家棻、張愛華、曾肇清 1970 土壤中不同形態磷含量與作物對於磷肥效應之關係 中華農學會報告第69期。
14. 林家棻 1969 本省現行之土壤肥力測定法 臺灣省土壤肥力速測工作人員訓練班講義。
15. 林家棻 1963 植物分析方法與應用 平鎮茶試所報告 No. 16.
16. 李子純、林家琨、林家棻 1974 中部粘板岩冲積土性質與水稻生長及產量之關係 農業研究 Vol. 23, No. 4.

GRAIN YIELD AND P-UPTAKE OF RICE PLANT AS RELATED TO P-FRACTION IN THE SOILS OF CENTRAL TAIWAN

by

C. F. Lin, A. H. Chang, W. K. Wu

Summary

The application of phosphorus fractionation to the study of plant available phosphorus has been applied by several workers. However, most of them were conducted in pot culture. Information regarding the response of rice plant to various forms of soil phosphorus in field conditions is still in meager. This experiment was carried out for understanding the relationship of soil P-fraction to grain yield as well as P-uptake of rice plant under both pot culture and field conditions in order to find out the behavior of soil phosphorus between them. Twenty field trials were conducted on four categories of alluvial soils (sandstone and shale alluvial soil, slate older alluvial soil, slate recent alluvial soil, and mixed alluvial soil) scattered in central Taiwan. Soil samples for pot culture were taken from the sites where field trials had been carried out. The result may be summarized as follows :

1. The analysis of total phosphorus content showed that slate alluvial soil was the highest, sandstone and shale alluvial soil, the second, and mixed alluvial, the third.

2. The result of soil phosphorus fractionation indicated that the slate alluvail soils were dominant in Ca—P, the sandstone and shale alluvial soils in Fe—P, and the mixed alluvial soils in both Ca—P and Fe—P. The Al—P and organic—P occupied in the range of 4—7 % and 14—20% of the total phosphorus of the soils, respectively. It was also found that the amount of various forms of soil phosphorus had much to do with the nature of the soils, such as pH, clay, organic matter, CEC, exchangeable Ca and Mg, and free iron oxides. It was worthwhile to mention that remarkably positive correlation was found between soil Ca-P and soil pH, and between soil organic—P and clay.

3. In comparing the change in the amount of total phosphorus and various forms of phosphorus before and after 4 consecutive cropping of rice in pot culture, it was found that the content of total phosphorus was higher in the soils treated with phosphorus but lower in the soils received no phosphorus. The Ca-P almost remained constant in the soil without phosphorus, but increased in the soils with phosphorus. The increase in organic-P was also found in the soils with phosphorus. The other forms of phosphorus including Al-P, Fe-P, and occluded-P decreased, more or less in all soils regardless whether phosphorus had been added or not . Although the transformation of various forms of soil phosphorus is influenced by the nature of the soil and cultural practices, highly positive correlation between P-uptake and Fe-P reduced in the soil treated with-

out phosphorus after cropping was obtained. It provided the evidence that Fe--P was the main source of phosphate absorbed by rice plant under submerged condition.

4. The results of simple and multiple correlation of soil phosphorus to P-uptake also indicated that soil Fe-P was the main source of phosphate absorbed by rice plant. On the contrary, soil Ca-P was negatively correlated with P-uptake under both pot culture and field conditions. Furthermore, significantly negative correlation between P-uptake and soil organic-P was also found in field conditions. Consequently, the relative importance of soil Fe-P increasing P-uptake was minimized in field conditions.

5. Negatively close relationship of P-uptake to soil pH was found in both pot culture and field conditions. In addition, contents of clay and organic matter were also negatively correlated with P-uptake in field conditions at significant level. As mentioned before, soil Ca-P and organic-P was positively correlated respectively with soil pH and clay. Thus the inhibition of P-uptake of rice plant by Ca-P and organic-P may be attributed to pH and clay content of the soils tested.

In conclusion, phosphorus uptake of rice plant was highly related to soil Fe-P in pot culture provided without drainage, but less in field conditions. It is due probably to the difference in the function of clay and organic matter between them.

適應當前機械化收穫水稻栽培法改善之研究

I 生育初期中斷氮肥對防止水稻倒伏及其主要農藝性狀之影響[1]

趙 政 男[2]

摘要 在水稻生育初期適度中斷氮肥 (Nitrogen starvation) 一、二週，似有抑制基部第一、二節間之徒長，增加對倒伏之抵抗性，且以第二期作高溫環境下之處理效果尤爲顯著。但由於初期氮肥之中斷亦相對地引起分蘖能力減弱，穗數減少，致使稻穀產量未能達到慣行施肥法標準，而抵消了抗倒伏效果。故如何有效地防阻水稻植株倒伏，而又能增加或維持一定的單位面積產量，實有待更進一步的探討研究。

前 言

近年來由於本省工商業發達，農村勞力逐年缺乏，農業機械化之推展爲勢所必然。水稻係本省最主要糧食作物，年有兩期作栽培，而栽培水稻所需之勞力又遠較其他作物爲多，因此如何使水稻栽培走上機械化途徑爲當前政府積極推行農業機械化政策主要原因之一。

本省水稻一貫作業機械化，自民國58年示範推廣以來，始終尚停留在示範階段，其中尤以機械化收穫之推展更爲緩慢，究其原因主要係由於目前推行之收穫機僅適用於收割未倒伏之水稻，對於發生倒伏之稻株便無法發揮其效率，因此爲使機械收穫普及化，除了改良現行之收穫機以利倒伏水稻之收穫外，亦應從水稻之育種改良與栽培技術上着手，而目前在新的改良收穫機未推出前，如何由育種改良或栽培技術上防止稻株倒伏，即爲加速水稻採收機械化所必須加以探討之主要課題。

水稻之倒伏原因，一方面固然是品種本身之遺傳特性，另方面則爲環境因子與栽培方法之不當所致。因此欲預防稻株之倒伏，當以育成抗倒伏品種爲最根本辦法，然育種非短時間所能見效，且一個新品種之育成往往很難具備十全十美之優良特性，所以在新的豐產抗倒伏品種未育成前，如何就現有推廣之豐產品種在栽培管理上給予合理之調整與改善，以防止稻株倒伏，更爲目前實施機械化收穫所不容忽視之主要問題。

影響水稻倒伏與否之主要栽培因子，不外乎栽植密度、施肥量與施肥期，此等因子配合適當與否不僅影響到水稻倒伏之發生與否，且對稻穀產量之高低極具密切關係。是以本試驗乃在探討生育初期中斷氮肥，即不施用基肥與不同時期之追肥施用期，是否可因而防止水稻植株之倒伏，以利機械化收穫之進行；同時使得此等植株因不倒伏更能充分發揮其後期之生理效果，進而提高水稻單位面積產量。茲將本分所六十四年之初步試驗結果整理報告於後。

材料與方法

1.供試材料：本試驗以臺南 5 號爲供試品種，所用肥料氮肥爲硫酸銨，磷肥爲過磷酸石灰，鉀肥爲硫酸鉀。

2.試驗設計：採用裂區設計，以栽植密度爲主處理，中斷氮肥爲副處理，重複 4 次，小區面積 8

本試驗作者獲得中華農學會鄭仲孚先生研究獎金之獎勵，試驗進行中又承李分所長良之鼓勵與指導，敬誌謝忱。

1.試驗報告農試字第七八四號

2.臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所技佐

平方公尺。

3. 栽植密度：分常植區25×20公分，密植區25×10公分等兩種。

4. 中斷氮肥：分下列四種處理：

①T_1：在移植前一天施用基肥，第一次追肥施用期（I期移植後20日，II期移植後15日），即一般標準施肥法爲對照區。

②T_2：在移植前不施用基肥，而將基肥量延遲於移植後7日做爲追肥施用，即生育初期中斷氮肥一週。

③T_3：在移植前不施用基肥，而將基肥量延遲於移植後15日做爲追肥施用，即生育初期中斷氮肥二週。

④T_4：在移植前不施用基肥，而將基肥量延遲於移植後20日做爲追肥施用，即生育初期中斷氮肥三週。

上述各處理各次追肥施用期依序在第一次追肥後每隔（I期20日，II期15日）施用，其肥料施用法爲磷肥全量及鉀肥之半量做爲基肥施用，餘半量之鉀肥則於第二次追肥時施用；氮肥則分四次施用，其施用比例爲25—30—25—20。所用肥料量採用中南部地區之推介量，即 N—P—K 爲 120—60—60 公斤／公頃。

5. 調查項目：除調查株高、穗數及乾淨穀產量外，並於抽穗後25日自各處理隨機採取5株分蘖莖，以調查地上部各節間之長度與徑度，同時於收穫時自試區中行抽取10穗以調查一穗粒數、稔實率、百粒重等，生育期間並隨時觀察記錄倒伏之發生時期與倒伏程度。

結果與討論

1. 初期中斷氮肥對地上部各節間長度與徑度之影響

品種間抗倒伏性之差異，一般皆以 CLr 值（Coefficient of lodging-resistance）、稈莖挫折力、稈莖彎曲度、節間長、稈莖粗細、稈壁厚薄與稻稈之組織成分等表示之（Chang 1964, IRRI 1965, 1966, 謝、吳1966. 1967. 1969, Kalyan, K. K. and S. M. Sircar 1968）。然在株高相等之品種間，欲比較其抗倒伏性之差異，似應以間節長度與稈莖直徑之差異較爲合理（謝、吳1966）。因此在同

表 1　初期中斷氮處理對地上部各節間長度與徑度之影響變方分析結果之顯著性

Table 1. Significance of variance analysis for internode length and diameter of elongated internodes under different nitrogen starvation

變因 Source of variation	自由度 D. F.	節間長度 internode length		節間徑度 internode diameter		顯著 F 值 significant F—value	
		I 期 1st Crop	II 期 2nd Crop	I 期 1st Crop	II 期 2nd Crop	5 %	1 %
中斷氮肥 Nitrogen starvation (N. S)	3	N	N	VS	VS	2.68	3.94
栽植密度 Plant spacing (P. S.)	1	VS	S	VS	VS	3.92	6.84
節間別 Internode order (I. O.)	4	VS	VS	VS	VS	2.44	3.47
中氮×節別 N. S. ×I. O.	12	VS	N	N	N	1.83	2.33
中氮×密度 N. S. ×P. S.	3	N	N	N	N	2.68	3.94
密度×節別 P. S. ×I. O.	4	N	VS	S	N	2.44	3.47
中氮×密度×節別 N. S. ×P. S. ×I. O.	12	N	VS	N	N	1.83	2.33

Note : VS Significant at 1% level. S Significant at 5% level. N No Significant

註 VS 1%顯著水準 S 5%顯著水準 N 不顯著

一品種間如能抑制其節間之徒長，則該植株之抗倒伏能力亦因而增强。本試驗係屬同一品種之比較試驗，故僅以中斷氮肥後對地上部各節間長度與徑度之影響分別討論如下：由表一、節間長度與徑度之變方分析結果，得知節間長度因栽植密度與節間別之差異較大，而因中斷氮肥處理間之差異較小，即同一節間其節間長在密植情況下較常植區爲短；又同一莖上不同節間，其節間長則由上而下依序遞減，且期作間均呈同一趨勢。類此結果 Chang (1964) . D. Lenka and D. Panda (1968) 均有相同

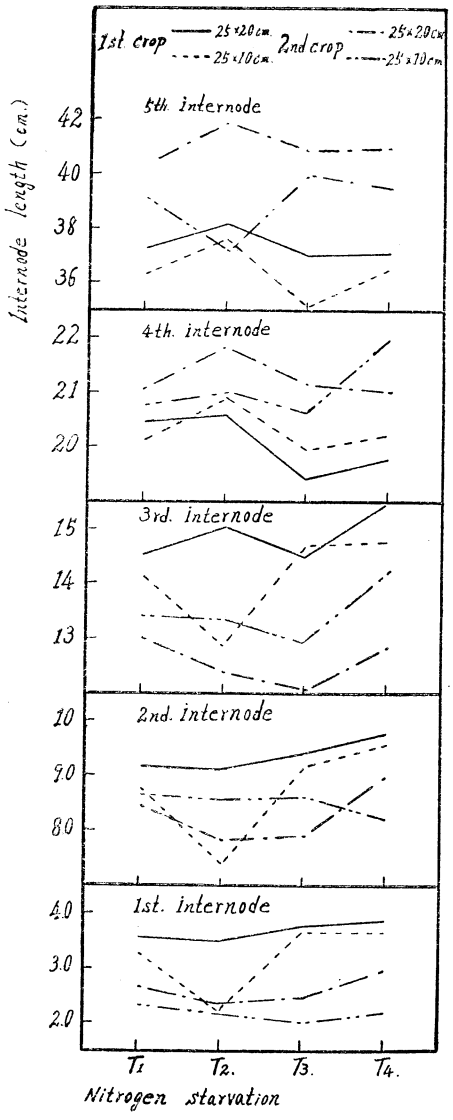


圖 1、初期中斷氮肥對地上部各節間長之影響

Figure 1. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on the length of elongated internodes.

註：T_1：慣行施肥法（對照區）
T_2：中斷氮肥一週
T_3：中斷氮肥二週
T_4：中斷氮肥三週

Note : T_1-traditional application method (ck)
T_2-nitrogen starvation for 1 Week.
T_3-nitrogen starvation for 2 Weeks.
T_4-nitrogen starvation for 3 Weeks.

1st . internode：基部第一節間　　1st . internode : the lowermost elongated internode.
5th. internode：穗頸節間　　5th. internode : panicle-neck internode.

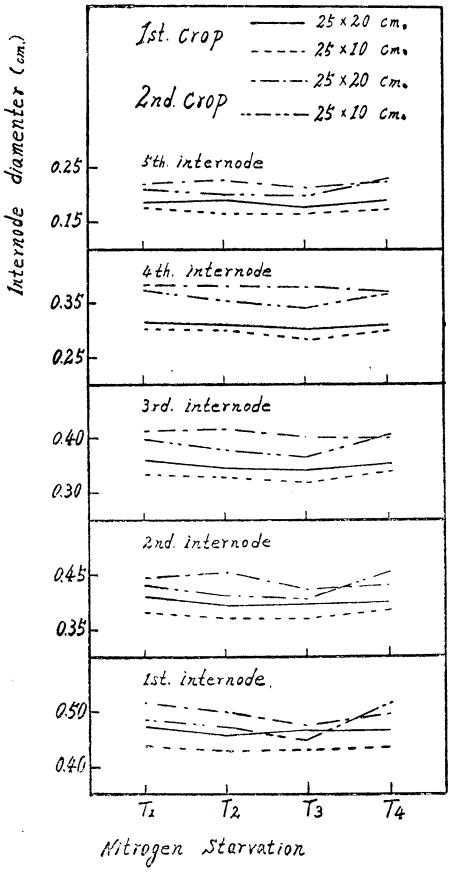


圖 2、初期中斷氮肥對地上部各節間徑度（外徑）之影響

Figure 2. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on the outer diameter of elongated internodes.

之報告。至於初期中斷氮肥對節間長之影響，經變方分析結果，一、二期作雖均未達顯著水準，然由圖一、可看出初期中斷氮肥一週，即移植前不施用基肥，而將基肥量延遲於移植後七天施用之T_2 處理，其基部第一、二、三節之節間長均較慣行施肥法T_1 處理爲短，且期作間、栽植密度間均呈現相同結果。隨著初期中斷氮肥時間之延長，直至中斷二週時即T_3 處理，其基部第一、二、三節之節間長，則因期作別而有顯著之差異，在第二期作時亦呈現較慣行施肥法T_1 處理爲短之現象；但在第一期作期，則該節間長反較 T_1 處理爲長，其原因可能爲第一、二期作之生育環境全然不同，在第一期作處於低溫環境下，生育遲緩，施用基肥與否無顯著之差異；但在第二期作之高溫環境下，若初期中斷氮肥一、二週適可抑制其徒長。迨生育初期中斷氮肥時間繼續增至三週時，即移植時不施基肥，而將基肥量延遲於移植後20天時施用之 T_4 處理，其地上部各節間之節間長，不論一、二期作或常植、密植間均有逐漸增長趨勢，且較慣行施肥法 T_1 處理爲長。由以上結果似可設論生育初期適度中斷氮肥，有抑制地上部各節間徒長之趨勢，且以基部第一、二節間在第二期作之高溫環境下受抑制尤甚，此可能爲本試驗初期中斷氮肥一、二週較慣行施肥法可減輕或延緩後期倒伏之主要原因。因基部第一、二節間所承受稻稈彎曲壓力最大，該兩節間之節間長愈短，所能承受之壓力愈大，亦即其抗倒伏能

力愈强 (Chang, 1964)。惟初期中斷氮肥時間以不超過兩週爲宜，若中斷氮肥時間在兩週以上時，則反促進地上部各節間之徒長，加速植株倒伏。因初期中斷氮肥時間在兩週以上時，其節間長反有愈形增加之趨勢，係由於水稻分蘖期始於移植後10～15天左右，如在此期間施用追肥可促進分蘖之發生，而令各分蘖與母莖平均發育，不致造成植株之徒長。反之，若在此期間繼續中斷氮肥，則由於分蘖能力減弱，在同樣的肥料施用量下，便易導致少數分蘖與母莖形成頂端生長優勢現象 (Apicalgrowth dominance) 而徒長。另方面，由於初期中斷氮肥時間愈長，相對地使追肥終止期延後，因而在節間伸長期植株吸收過量之氮肥，亦適足以造成地上部各節間之徒長而加速倒伏。

至於不同處理對節間橫斷面之直徑（外徑），即稈莖粗細之影響，由表1變方分析結果，中斷氮肥、栽植密度與節間別之差異均達極顯著水準，由是可知稻稈之粗細除受栽植密度與節間別所左右外，尙受肥料施用期之影響。就栽植密度而言，同一節間其節間徑度在常植區大於密植區，而同一莖上不同節間其節間徑度則由下而上依序遞減。至於初期中斷氮肥處理對節間徑度之影響，由圖二、可看出除中斷氮肥三週之 T_4 處理在第二期作密植情況下，其節間徑度較慣行施肥法 T_1 處理略粗大外，其餘各處理各節間之徑度均小於 T_1 處理，且在不同的中斷氮肥處理間，其節間徑度則似有隨著中斷時間之增加而愈形減小之趨勢，即各節間之粗細以慣行施肥 T_1處理爲最大，其次爲T_2、T_3處理，迨至中斷三週時（即T_4 處理）則又有逐漸增加趨勢。由是觀之，初期中斷氮肥對基部第一、二節間之節間徑度的影響，似與中斷氮肥後對節間長度之影響呈現同一趨勢，即節間長受影響愈大者，其對節間徑度之影響亦愈大。1965年 IRRI 之報告亦指出基部第一、二節間之節間長與該節間之外徑呈正相關 ($r=0.9498$)，而該節間之外徑又與抗倒伏性呈反效應，此可能即爲導致 T_4. T_1 處理較 T_2. T_3 處理更易倒伏之另一主要原因。

2. 初期中斷氮肥對稻穀產量與產量構成因素之影響

經產量變方分析結果（表2），除第一期作栽植密度與中氮處理間分別達顯著及極顯著水準外；第二期作則均未達顯著水準，由此顯示第一期作稻穀產量因中氮處理與栽植密度不同所發生之差異大

表2　初期中氮處理對稻穀產量影響之變方分析表

Table 2. Analysis of variance to the effect of nitrogen starvation treatment on the grain yield.

變因 Source of variation	自由度 D. F.	均方 Mean Squares		F值 F-value		顯著F值 Significant F-value	
		I期 1st Crop	II期 2nd Crop	I期 1st Crop	II期 2nd Crop	5 %	1 %
區集 Block	3	22884.1	10427.87	—	—	—	—
栽植密度 Plant spacing (P. S)	1	74594.6	39550.78	18.04*	4.65	10.1	34.1
主區機差 Error (a)	3	4134.1	8509.11	—	—	—	—
中斷氮肥 Nitrogen starvation (N. S)	3	48446.6	33182.03	5.97**	2.79	3.16	5.09
肥料×密度 N. S. ×P. S.	3	4334.1	1284.11	0.53	0.11	3.16	5.09
副區機差 Error (b)	18	8114.7	11901.82	—	—	—	—

於第二期作。至於不同中氮處理對稻穀產量之影響，由產量表上（表3）顯然可看出初期中斷氮肥之處理，其稻穀產量均較慣行施肥法爲低，各處理間以慣行施肥法之 T_1處理產量最高，其次依序爲 T_2、T_3 處理，而以 T_4 處理爲最低，其產量平均指數在常植區爲100－97.6－96.3－92.3，而在密植區爲100－97.3－96.6－89.3。但就期作間觀之，在第一期作中斷氮肥一週之T_2處理，無論在常植抑或密植條件下均較慣行施肥法 T_1處理約增產1.0～1.4%，可能係由於第一期作生育初期處於低溫環境

下，生育遲緩，基肥於移植前一天施用或延遲於移植後七天施用，對水稻之生長發育無顯著差異所致。初期中斷氮肥引起稻穀產量減低之現象，遠在1938年 Asugi *et al* (引自 1967. Matsushima) 以水耕法試驗結果即已指出在移植後之前六週間，中斷氮肥一週者對稻穀產量無甚影響，但中斷兩週以上者則對稻穀產量即有顯著影響。1938年 Kasugai 氏更進一步指出初期中斷氮肥對稻穀產量所引起之影響與發生中斷氮肥時期之早晚及中斷時間之長短成正相關，意即中斷氮肥時間發生得愈早與愈長者對稻穀產量之影響亦愈大。本試驗 T_2. T_3 兩處理在移植時均不施用基肥，而第一次追肥T_2處理於移植後7天施用，T_3 處理於移植後15天施用，顯然 T_3 處理初期中斷氮肥時間較 T_2 處理長8天，但 T_3 處理之產量却相近或反高於 T_2 處理，此可能係由於T_3 處理後期施用粒肥，而得自稔實率增加的結果。因在減數分裂後期至成熟初期間施用追肥可提高成熟穀粒數 (S. Matsushima 1967)

表 3　生育初期中斷氮肥對稻穀產量之影響

Table 3. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on grain yield of rice. (kg/ha)

中氮處理 Nitrogen starvation	第一期作 1st Crop		第二期作 2nd Crop		兩期平均 Average of 2 crops			
	25×20cm	25×10cm	25×20cm	25×10cm	25×20cm	index %	25×10cm	index %
T_1	4,975.0	4,722.0	3,300.0	3,550.0	4,137.5	100	4,136.0	100
T_2	5,025.0	4,790.8	3,053.3	3,259.5	4,039.2	97.6	4,025.2	97.3
T_3	4,781.3	4,684.5	3,187.5	3,303.3	3,984.4	96.3	3,993.9	96.6
T_4	4,659.5	4,278.3	2,978.3	3,109.5	3,818.9	92.3	3,693.9	89.3

，又Chang *et al* (1967) 舉行水稻肥料分施試驗結果，亦指出粒肥之施用有利於稔實率之增加。至於初期中斷氮肥三週之 T_4 處理，其後期雖亦施用粒肥，但由於發生倒伏而抵消了粒肥施用效果，故產量最低。導致初期中斷氮肥引起稻穀產量減低之主要原因，係由於有效分蘖之形成受抑制，每株穗數減少所致。

由表4就產量構成因素而言，初期中斷氮肥處理，其每株穗數及每穗粒數均較慣行施肥法爲低，且其遞減率似與初期中斷氮肥時間之長短成正相關，即中斷氮肥時間愈長者，其遞減率愈大。至於千粒重則各處理間無顯著差異，但稔實率在 T_3 處理則因後期穗肥、粒肥之施用而有增加之趨勢。

3. 初期中斷氮肥對其他主要農藝性狀之影響

株高：依據成熟期調查結果，如表4所示，可看出株高因栽植密度及期作之不同差異較大，而因中斷氮肥處理間之差異較小，在不同之中斷氮肥處理中，株高似有隨著中斷氮肥時間之增加而減低之趨勢，且以密植區在第二期作之高溫環境下受抑制尤甚。惟其中斷時間似以兩週爲宜。若在兩週以上時，則反由於追肥終止期之延遲而增長。由是觀之，初期中斷氮肥對株高所引起之影響與中斷氮肥後對地上部各節間長之影響頗爲一致，即中斷氮肥導致株高減低之原因，係由於中斷氮肥後其地上部各節間長受抑制所致。因節間長與稈長成正相關 (D. Lenka and D. Panda, 1968)。

穗數：初期中斷氮肥雖有抑制基部第一、二節間及株高之徒長而減輕或延緩倒伏之趨勢，但因初期氮肥之中斷，分蘖能力減弱，因而引起每株穗數之減少。初期中斷氮肥導致有效分蘖減少之原因，可能係由於水稻分蘖期始於移植後10～15日之間，在分蘖期間正需要多量的氮肥，因分蘖數與分蘖時期植株之含氮量有極顯著之正相關 (1967, S. Matsushima)，故在此期間中斷氮肥，植株之吸氮量減少，有效分蘖之形成顯著受影響。

生育日數：初期中斷氮肥，而使追肥終止期延後，其生育日數並不因而延長；相反的，此等處理

表 4　初期中斷氮肥對產量構成因素及其主要農藝性狀之影響

Table 4. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on yield components and other agronomic traits of rice.

栽植密度 Plant spacing	中氮處理 Nitrogen starvation	株高 Plant height (cm.) I 期 1st Crop	株高 II 期 2nd Crop	穗數 No. of panicles per hill I 期 1st Crop	穗數 II 期 2nd Crop	穗粒數 No. of grains per panicle I 期 1st Crop	穗粒數 II 期 2nd Crop	稔實率 Fertility (%) I 期 1st Crop	稔實率 II 期 2nd Crop	千粒重 1000 grain Weight (g) I 期 1st Crop	千粒重 II 期 2nd Crop	抽穗期 Heading date I 期 1st Crop	抽穗期 II 期 2nd Crop	倒伏期 (1) Lodging date I 期 1st Crop	倒伏期 II 期 2nd Crop	倒伏率 (2) Lodging percent (%) I 期 1st Crop	倒伏率 II 期 2nd Crop
25×20 cm.	T_1	103.5	111.8	16.3	10.1	151.5	141.6	95.7	65.6	26	25	96.0	65.5	22	20	100	100
	T_2	103.8	109.4	16.5	9.7	149.9	140.3	96.2	69.7	26	24	96.3	65.5	20	25	80	60
	T_3	102.2	107.7	16.0	9.6	145.9	136.9	97.5	68.9	25	25	97.0	66.3	25	25	60	70
	T_4	105.8	113.2	15.5	8.7	143.7	134.5	93.3	62.4	26	25	96.8	65.5	18	22	100	100
25×10 cm.	T_1	98.9	108.5	10.5	6.5	140.2	134.6	95.0	70.7	26	25	95.3	63.5	20	20	95	100
	T_2	98.6	106.7	10.5	6.1	137.5	131.0	94.8	74.6	25	24	95.5	61.5	25	25	50	60
	T_3	100.3	104.1	10.0	5.9	131.1	125.5	97.0	75.1	25	25	95.5	61.8	23	27	70	50
	T_4	102.3	107.2	10.1	5.6	129.9	123.7	95.6	63.3	26	24	96.3	63.0	20	20	100	100

註　(1) 倒伏期：抽穗後日數　　(2) 倒伏率：100%示全倒

Note: (1) Lodging date: days after heading date. (2) Lodging Percent: 100% indicated full lodging.

在密植條件下較慣行施肥法約可提早１～２天抽穗，因此在本省複作指數極高的栽培制度下，似不必顧慮因初期氮肥之中斷而使追肥終止期延遲將影響到後作之適當栽培時期。

倒伏性：初步觀察結果如表４，顯示初期中斷氮肥一、二週其倒伏時期與倒伏率均較慣行施肥法爲輕緩，而初期中斷氮肥三週之處理則由於追肥終止期延後，不但使基部第一、二節間之節間長增加，且使劍葉發育過分繁茂而平展，增加外界雨露的阻力反而加速倒伏。由此似可設論生育初期中斷氮肥對防止水稻植株倒伏之效果，在移植後兩週內似有隨著中斷氮肥時間之延長而增加之趨勢。

參考文獻

1.吳連登、黃武林（1973）　臺灣農業機械化發展現況與展望　臺灣農業第９卷第１期。

2.陳澤亞（1974）　加速推行臺灣農業機械化之研究　臺灣農業第10卷第４期。

3.謝英鐸、吳育郎（1966）　水稻倒伏性之研究　臺灣農業第２卷第１期。

4.謝英鐸、吳育郎、沈明來（1967）　水稻倒伏性之研究　臺灣農業第３卷第１期。

5.吳育郎（1968）　水稻抗倒伏之遺傳研究　臺灣農業第４卷第１期。

6.謝英鐸、吳育郎、沈明來（1969）　水稻倒伏性之研究　臺灣農業第５卷第１期。

7.陳炯崧（1967）　水稻高產原理　臺灣農業研究中心作物生理講習會專刊。

8.Chang, W. L., S. C. Yang, and C. N. Chao (1967) : Effect of split application of fertilizer on yield, components of yield, and other agronomic traits of rice (IV). Jour. Taiwan Agr. Res. 16 (2) : 22—34.

9.Chang. T. T. (1964) : Varietal differences in lodging resistance. IRCN Vol. 8, No. 4 : 1—11.

10.D. Lenka and D. Panda (1968) : Lodging resistance of India and Ponlai varieties of rice. IRCN Vol. 17, No. 3.

11.Kalyan, K. K. and S. M. Sircar (1968) : A note on the effects of heavy nitrogen and potassium fertilization on the cellulose and lignin contents of rice culm at different stages of growth. IRCN. Vol. 17, No. 4.

12.Lodging-causes and effects (1966) : IRRI Report Vol. 2. No. 6.

13.S. Matsushima (1967) : Nitrogen requirements at different stages of growth. Sympossium on the mineral nutrition of the rice plant. pp. 219—242.

14.International Rice Research Institute. Annual Report of 1965. pp. 103—105.

STUDIES ON THE IMPROVEMENT OF CULTURAL METHOD TO MEET MECHANICAL HARVEST OF RICE

I. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on lodging-resistance and other agronomic traits of rice.

by

Chao Cheng-nan

Summary

In order to meet mechanical harvest of rice, lodging-resistance is one of the most important agronomic traits. "How to prevent plant-lodging of rice" is an important problem for rice culture at present. This experiment was conducted at Chiayi Agricultural Experiment Station in both 1st. and 2nd crops of 1975 to investigate the effect of nitrogen starvation during the early growing stages on lodging-resistance and other agronomic traits of rice. Preliminary results indicated that nitrogen starvation for 1 to 2 weeks during the early growing stages could inhibit the elongation of the basal internode and prevented plant-lodging, which was more pronounced under the conditions of high temperature in the second crop. The percentage of lodging at the ripening stages was negatively associated with the duration of nitrogen starvation. Thus, the longer the duration of nitrogen starvation, the lower the percent of lodging.

Nitrogen starvation for 1 to 2 weeks during the early growing stages had no significant effect on grain yield; traditional application method T_1 showed the highest grain yield, followed by treatments T_2, T_3, and T_4. Nitrogen starvation during the early growing stages caused the decrease of grain yield that appeared to be due to the decrease in either number of panicles per plant or number of spikelets per panicle.

低温多濕對水稻品種產量農藝性狀影響之研究[1]

朱曰鏞[2]　林清秀[3]

摘要一、本研究之目的在研討低溫多濕等氣候因子對水稻品種產量與農藝性狀之影響，及試驗自日本引進之早熟品種與本省育成之早、晚熟品種適應性，期選育適應品種推廣山區農民栽培。

二、經人工氣候室溫度控制及於高、低海拔山區桃園縣復興鄉田間試驗結果，可知低溫多濕等氣候因子對稻水品種產量與農藝性狀影響甚大。若氣溫低於 20°C 及相對濕度超過80%以上，或於第二期作高海拔低溫多濕氣候下，水稻在孕穗期至糊熟期遇此不良氣候環境因子，開花結實則受影響，不稔率增高，產量低落。

三、水稻生長於高海拔低溫多濕環境下，不但產量減低，且影響其生育，株高減低、穗數、一穗粒數、結實率、千粒重、分蘗數均減少，但生育日數略延長。

四、經適應性試驗結果，在本省北部高海拔山區第二期作以自日本引進之早熟品種 "Todorokiwase" 較抗低溫多濕不良環境因子，因其具有早熟，較抗病蟲害、分蘗多、不易倒伏等優點，全年兩期作較晚熟品種如台農61號、新竹56號及早熟品種中興11號， Fujiminori 等品種產量高達 5 %左右。

低海拔山區（300 公尺左右）第一期稻作似不受低溫影響，如本省新竹地區推廣之新竹56號、台農61號、台南 5 號、嘉農育11號等品種產量並不低於早熟豐產 Todorokiwase 品種，然此等品種稻熱病較嚴重，需加强防治方可。

前　言

本省第二期作水稻單位面積產量，據統計不論其爲在來或蓬萊稻，均較第一期作爲低。對於第二期稻作減產之原因，專家學者意見甚多，多數認爲受溫度之影響較大。據湯文通、高景輝二氏(1) (2)研究生育期間及生殖生長期溫度對水稻產量與農藝性狀均有影響，結論云：營養生長期與生殖生長期溫度爲 25°C或30°C時，產量較 20°C 及以下時爲高 。增產之原因可能爲增加充實粒數百分率與充實粒重百分率。又就分蘗數而言，凡能使水稻獲致較高產量之溫度處理，一般孕穗期時之分蘗數，均高於產量低之溫度處理。由此可知水稻在生育各期需有較高之溫度，方可望有豐富產量，優良品質；反之，則得相反之結果。本省平地第一期稻作生育期間一般 2 ～ 3 月至 7 ～ 8 月，第二期作則自 7 月上旬～ 8 月上旬至11、12月，第一期作稻作生育期之平均氣溫大體自 20°C 逐漸升高，至成熟期約達 30°C 左右； 而第二期稻作乃在 30°C 左右時開始播種，插秧，隨後溫度逐漸降低，至開花成熟時約爲 17—18°C，故稻作受低溫而影響產量。於高海拔山區，第二期作氣溫降低更速，濕度較大，日照較少，此等不良氣候因子對水稻之產量影響如何，以及何種品種較能適應山地栽培？爲作者研究之目的。

材料與方法

A.　材料：本試驗供試之水稻品種爲自日本引進之早熟品種　Todorokiwase,　Fujiminori, Raemi　及本省所育成之早熟品種中興11號、農試早 3 號、農試早 5 號與晚熟品種臺農61號、新竹56號、臺南 5 號、臺大13號、嘉農育11號、矮脚尖，本地種。

B. 處理項目及試驗設計：處理項目分人工氣候室內高低溫度處理及高低海拔 700，400 公尺山地田間試驗。

試驗設計人工氣候室控制溫度分日/夜15/10，20/15及25/20°C 三種處理，每品種植二缽水稻，每缽植三株，每缽施用 N. P. K. 三要素量爲 2 克： 2 克： 2 克，分二次施用，$^1/_2$爲基肥，$^1/_2$爲追肥。

田間試驗設計採用完全逢機區集排列，重複 4 次，每品種插秧 5 行，每行20株，行株距各爲22公分。

試驗地點在臺大農業研究中心人工氣候室與桃園縣復興鄉澤仁村詩朗及三光村爺亨。實施時期自民國63年 7 月至64年 8 月。

結果與討論

一、人工氣候室試驗結果

於臺大農業研究中心人工氣候室溫度控制處理結果，日／夜溫 15/10°C 處理各品種，生育 120天尚未抽穗； 20/15°C 各品種，雖有抽穗但不能結實； 25/20°C 各品種始能結實 ，株高及分蘗數正

1.試驗報告農試字第七八五號。

2.臺灣省石門水庫管理局農藝技正。

3.前臺灣省農業試驗所技士兼作物生理股長。

常，但各品種稔實率有高低之差異，此表示水稻品種間各具有不同的生理特性，對溫度之反應有差異，亦即耐寒性有强弱（表一），如供試品種中，矮脚尖在日夜溫 25/20°C 低溫下，稔實率僅有35%，而Todorokiwase等達80%以上，因前者爲秈稻(印度型稻)需要適溫高，後者爲粳稻（日本型稻）需要適溫低（較耐寒）。

表一　不同溫度處理對水稻品種稔實率與農藝性狀之影響

Table 1. The effect of temperatures on the fertility and agronomic characteristics of rice plant.

溫度處理 Treatments / 供試品種 Variety	10/15°C			15/20°C			20/25°C		
	株高 Plant ht. (cm)	分蘖數 Tiller No.	* 稔實率 Fertility (%)	株高 Plant ht. (cm)	分蘖數 Tiller No.	**稔實率 Fertility (%)	株高 Plant ht. (cm)	分蘖數 Tiller No.	稔實率 Fertility (%)
Todorokiwase	30.4	5	各品種生育120日尙未抽穗	40.3	8	各品種雖有抽穗但不能結實	90.4	13	88
Fujiminori	33.5	3		45.4	5		92.2	6	83
中興11號 Chun-Sin No. 11	35.6	4		46.5	6		90.5	8	78
農試早5號 Nung-Early No. 5	32.5	4		42.5	7		89.4	9	81
臺農61號 Tai-NungNo. 61	38.4	2		50.4	6		92.4	8	76
新竹56號 Sing-Chu No. 56	38.6	2		50.4	6		93.3	8	76
矮脚尖 I-Geo-Gen	20.5	1		35.4	4		58.4	10	35

Note : * Not a variety was heading after growing 120 days.

** Every variety was heading but no one fertilization.

此試驗結果與 Casparin 氏報告[3] 符合，據彼試驗結果云：水稻生育各期之最低溫度爲種籽發芽10～12度，生長15～20度，結實成熟20～25度。

二、山地高低海拔田間試驗結果

就表二觀之，第二期作高海拔（700 餘公尺）復興鄉三光村爺亨同品種水稻之谷產量較低海拔（400 餘公尺）復興鄉澤仁村詩朗爲低，係由於爺亨海拔較高，生育期間氣溫較低，阻礙生育，影響結實，致不稔率高，故產量低落。又早熟品種 Todorokiwase 及農試早5號等結實率較晚熟品種臺農61號、矮脚尖爲高。由此可知，晚熟品種受低溫、多濕、少日照及病蟲害與風害等因子影響生育及產量較大，是以高海拔山區第二期稻作宜植早熟豐產品種。自日本引進之 "Todorokiwase" 早熟豐產品種，由第一作者於石門水庫山區作水稻品種適應性研究[4]結果觀之，該品種較本省育成推廣之晚熟品種新竹56號、臺農61號谷產量高達15—5%左右，似可示範，繁殖，推廣本省高海拔山區栽培。此品種由（Hatuminori × 藤坂5號）×Honewase 三雜交之後代選出，其主要農藝特性爲早熟、分蘖多、不易倒伏，較抗稻熱病及米質優良等優點。

由圖一及圖二觀之，臺灣北部山區於11月中下旬氣溫已急劇下降至16—18°C 左右（水稻結實成熟最低溫 20°C [3]），又平均降雨量增大，相對濕度亦高達80%以上（據野口與梁光商等氏[5]觀察結果，濕度超過80%或低於70%，結實率均減少），此時正值晚熟品種於山地抽穗開花期，遇此低溫

多濕氣候，致開花後多無法稔實，谷粒呈褐色空粒。矮脚尖品種產量最低，係因秈稻不能適應低溫之故。據連　深氏 (6) 研究，矮脚尖經過低溫處理後葉片有顯著紅化現象，其光合成速率亦顯著低落，平均粒重亦較對照處理（即無低溫處理者）顯著減低而影響稻穀收量。

觀表三、第一期作於低海拔山區（300餘公尺）試驗結果 (4)，因水稻生育期間氣溫較高（20—25°C以上），故未影響早、晚熟品種之產量。低海拔地區第一期作晚熟品種嘉農育 11號、台南5號、新竹56號均較早熟品種 Todorokiwase 、中興11號、農試早5 號產量高，但差異不顯著，故低海拔山區第一期作可栽培此等品種，而第二期作則栽培 Todorokiwase 等早熟、豐產、抗病强之品種。作者認爲增加山區稻作產量，除選擇適宜之品種外，加强推廣密植栽培與適量施用肥料，病蟲害防治及改善水利設施亦甚重要。

由上試驗結果觀之，吾人可知低溫（20°C 以下），多濕（相對濕度80%以上）對水稻品種之產量及農藝性狀影響甚大。第二期作於高海拔（700 公尺以上）山區因低溫、多濕、少日照等不良氣候因子下，晚熟品種如台農61號、台南5號、新竹56號及秈稻品種矮脚尖均不能適應，產量均較早熟品種 Todorokiwase 等爲低。第一期作因生長於高溫下，晚熟品種不受溫度等因子影響，其產量並不顯較早熟良種差，此可說明氣溫可影響水稻品種之生產甚大。

表二　不同海拔高度對水稻品種穀產量之影響（民國63年第二期作）

Table 2. The effect of different altitudes on the grain yield of rice (1974, 2nd Crop)

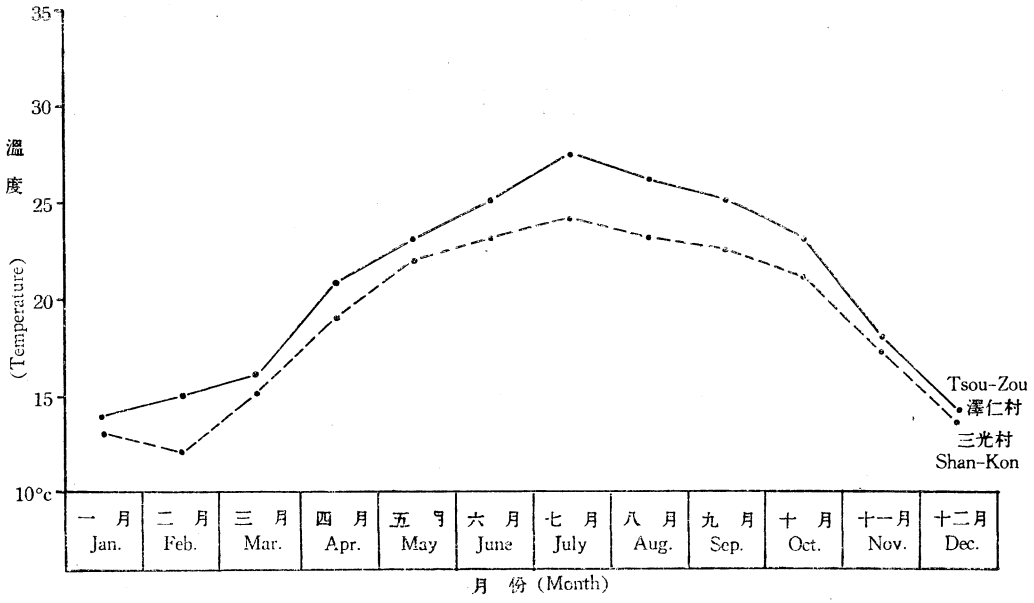
海拔高度 Altitude / 供試品種 Variety	400公尺 (400 meters) 澤仁村 Tsou-zan			700公尺 (700 meters) 三光村 Shan-kon			
	乾穀產量公斤／公頃 Dry grain yield kg/ha	生育日數 Growing days	稻熱病 blast %	乾穀產量公斤／公頃 Dry grain Yield kg/ha	生育日數 Growing days	稻熱病 blast %	不稔率 % of sterility
1. Todorokiwase	2,688	96	0.4	2,295	98	0.6	10.4
2.新竹56號 Sin-chu No. 56	2,645	120	10.0	2,204	124	10.6	15.6
3.農試早3號 Nung-S Early No. 3	2,588	120	1.3	2,248	120	1.8	15.4
4. Fujiminori	2,574	96	1.2	2,201	98	1.4	10.5
5.台農61號 Tai-Nung No. 61	2,544	120	8.0	1,860	131	8.6	20.6
6.農試早5號 Nung-S Early No. 5	2,493	96	0.8	2,250	98	1.2	10.8
7.台大13號 Tai-Ta No. 13	2,462	120	1.6	2,140	122	1.8	13.5
8.中興11號 Chun-Sin No. 11	2,382	96	9.6	1,897	98	10.4	10.8
9.本地種 Local variety	2,364	120	10.0	1,585	108	10.6	15.6
10.矮脚尖 I-Geo-Gen	2,068	120	9.0	1,480	132	9.5	25.8

表三　低海拔第一期作品種產量統計及差異顯著梯形比較表（海拔300公尺，大溪鎮百結試驗地，民國64年第1期作）

Table 3. Statistical significance of grain yields (1975, 1st Crop) in the altitude of 300 meters.

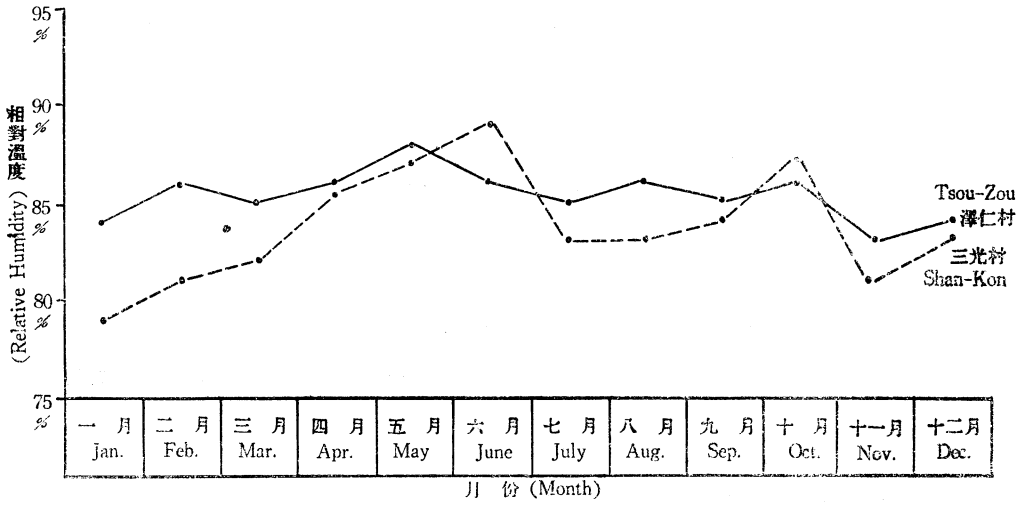
品種名稱 Name of variety	試區總產量 Total yield 4 plots kg	產量差異 Yield difference										公頃穀產量 Grain yield kg/ha	不稔率 % of Sterility	生育日數 Growing days
1.嘉農育11號 Chi-Nung Yu No. 11	6.2											3,875.0	5.5%	124
2.臺南5號 Tainan No. 5	6.1	0.1										3,812.5	2.8%	124
3.本地種 Local	5.9	0.3	0.2									3,687.5	9.3%	124
4.矮脚尖 I-Geo-Gen	5.9	0.3	0.2	0								3,687.5	7.7%	124
5. Todorokiwase	5.8	0.4	0.3	0.1	0.1							3,625	2.3%	97
6.新竹56號 Sin-Chu No. 56	5.8	0.4	0.3	0.1	0.1	0						3,625	6.4%	124
7.台農61號 Tai-Nung No. 61	5.5	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3					3,437.5	5.9%	124
8. Fujiminori	4.9	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.6				3,062.5	4.9%	97
9.農試早3號 Nung-Sh Early No. 3	4.8	1.4	1.3	1.1	1.1	1.0	1.0	0.7	0.1			3,000	4.2%	114
10.中興11號 Chun-sin No. 11	4.7	1.5	1.4	1.2	1.2	1.1	1.1	0.8	0.2	0.1		2,937.5	8.9%	97
11.農試早5號 Nung-Sh EarlyNo. 5	3.9	2.3	2.2	2.0	2.0	1.9	1.9	1.6	1.0	0.9	0.8	2,437.5	5.5%	97

L. S. D=T $\begin{matrix}0.01\\0.05\end{matrix}$ $S_{\bar{x}}\sqrt{2N}=\begin{matrix}2.042\\2.75\end{matrix}\times 0.12\times 2.8=\begin{matrix}0.685\\0.924\end{matrix}$



圖一、年中各月氣溫平均統計圖（民國62年1月—64年12月）

Fig. 1. Average monthly air temperature (From 1973—1975)



圖二、年中各月相對濕度平均統計圖（民國62年1月—64年12月）

Fig. 2. Average monthly helative humidity (From 1974—1975)

STUDIES ON THE EFFECTS OF RICE YIELD AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS UNDER LOW TEMPERATURE AND HIGH HUMIDITY CONDITIONS

by

Y. Y. Chu[1] and C. S. Lin[2]

Summary

1. Present study is aimed to study the effects of low temperature and high humidity on the yield and growth of rice varieties introduced from Japan as well as from Taiwan, at the same time to select the most suitable high yielding varieties for the mountainous area in Taiwan.
2. It was observed that the low temperature (below 20°C) and high humidity (over 80%) affect greatly on fertility (yield) of rice during the heading stage under controlled temperature and 700 meters of high altitude. (Table 1, 2 and Fig. 1, Fig. 2)
3. Results showed that the low temperature and high humidity affected the plant height, number of tillers and number of panicles of rice plant to be decreased. (Table 1)
4. It was observed that under low temperature and high humidity conditions of mountain district, the early maturing variety "Todorokiwase" was found to be more resistant to this unfavourable conditions. It showed less blast disease and insect, early-maturing, more tillers and lodging-resistant, therefore gave about 5—6% higher grain yield in comparison with the late maturing varieties such as Tainung No. 61, Hsin-chu No. 56 and other early maturing varieties Fujiminori, Chung-Sin No. 11 in the second crop of rice (Table 2) .But it was a little lower yield in the first crop (Table 3).

1 Senior Agronomist, Taiwan Shihmen Reservoir Administration, Lungtang, Taiwan.
2 Junior Agronomist, Taiwan Agricultural Research Institute, Taipei, Taiwan.

參考文獻

1.湯文通、高景輝 (1972) ：溫度對水稻生育之影響 中華農學會報新77期，P.16—25
2.湯文通、高景輝 (1971) ：生殖生長期不同溫度處理對水稻產量與農藝性狀之影響 科學農業19(7,8)P.270—72
3.汪呈因 (1955) ：稻作學 臺灣省立農學院出版P.81—83
4.朱曰鏞 (1976) ：適應臺灣北部山區水稻品種之研究 臺灣農業十二卷四期
5.汪呈因 (1948) ：植物育種學下卷 商務版 P.55
6.連 深 (1972) ：低溫與矮脚尖和稻品種葉部紅化及光合成速率影響之研究 農業研究21卷3期。

本文承臺灣省農業試驗所農藝系主任謝順景博士及劉大江博士審查，特誌謝忱。

稻小粒菌核病之研究[1]

I. 稻小粒菌核病之侵染與稻齡及品種之關係及其有效防治藥劑之研究

簡　錦　忠[2]

摘要　臺南5號之不同稻齡與小粒菌核病感病程度，於室內或盆栽接種結果，無論小黑或小球菌核病，第一期作自插秧後第67～74天，第二期作第48～55天之間最適病勢之進展。但在田間生長水稻之發病盛期（20個品種平均），第一期作爲第66～73天（插秧之日起算），第二期作爲第42～49天之平均病斑爲最高峰。較此時期早或晚之接種區，其病勢進展皆呈漸次減少之傾向。供試品種中對小黑菌核病之抗病程度較強者有高雄選1號，Tetep 臺中186號，臺中在來1號，新竹矮脚尖，臺中178號等；對小球菌核病者有臺中早試60號，臺中低脚烏尖，新竹171號，臺中在來1號，新竹矮脚尖，高雄選1號，臺中65號及臺中178號等。一般對小粒菌核病具抗病性品種中，屬在來稻之比率爲多。

供試三種系統性殺菌劑中，以 Benlate T—20 對小粒菌核病之病勢控制效果最優，其使用濃度以1,000倍爲佳。

前　言

水稻小粒菌核病（包括小黑菌核病與小球菌核病）爲本省水稻重要病害之一，(6,14) 幾乎普遍發生於本省各水稻栽培地區。該病原菌侵入靠近水面的葉鞘後，形成暗黑色的病斑，引起稻之生育障礙(1)進而侵入至稻稈部加害，病勢加劇後稻莖基部之生理機能受影響，(7,9) 其組織軟弱而崩壞，致倒伏枯死，影響產量頗鉅。據農林廳報告(10)，近年來稻小粒菌核病之發生，每年第二期作皆比第一期作爲多。

表一、近年來臺灣稻小粒菌核病發生面積（公頃）（農林廳資料）

年度 / 期作	1971	1972	1973	1974	1975
第一期作	3,639	2,718	2,376	1,779	2,658
第二期作	8,466	14,372	24,416	17,896	18,172

Lo 氏等(16)亦報告，臺灣水稻小粒菌核病，在第一期作主爲小黑菌核病，第二期作主爲小球菌核病，並謂第一期作損失率平均爲25.23%，第二期作平均爲37.00%，由此可知第二期作比第一期作受害程度較爲嚴重。

關於稻品種間之抵抗性問題，在臺灣陳氏等(6)報告，蓬萊稻品種間對小粒菌核病之抵抗性較難判定。又據後藤氏等(8)指出如葉鞘受害時，品種間之罹病程度並無差異，但稻稈受害或稈內形成菌核程度則有差異。另耕種方法之改善，如果採用高畦栽培，因稻基部與灌溉水不能直接接觸，即可避免菌核之附着侵入，減低被感染之機會(2)，又多施鉀肥及稻幼穗形成直前施用鉀肥或避免偏用氮肥等，皆可減低其爲害程度。(1)

本研究承中正科學技術研究基金會補助研究費，文成並蒙杜主任金池斧正，一併誌謝。

1. 試驗報告農試字第七八六號。
2. 臺灣省農業試驗所技正。

本省在目前尚缺乏稻小粒菌核病之研究資料，例如稻之感染時期或目前栽培品種間之罹病程度等，尚未了解之問題頗多。本研究係探討稻齡與感染之關係，測定稻品種間之抗病程度，以及系統性殺菌劑之防治可能性等，供防治上之依據，期能減輕因該病害所致之損失，而增加單位面積產量。

材料及方法

一、材料：1.病原菌爲稻小黑菌核病菌 (*Helminthosporium sigmoideum* Cav. var. *irregulare*)及稻小球菌核病菌(*Leptosphaeria salvinii*)，均係臺灣大學農學院陳其昌教授供給。將該病原菌培養於馬鈴薯煎汁培養基，待形成菌核後，取其菌核供接種之用。2.供試稻品種爲蓬萊稻（Japonica type）包括臺南1、5、臺北309、新竹56、171、203、臺中65、171、186、臺中早試60、嘉南8、高雄10、高雄選1號及臺農61號等14個品種；在來稻（Indica type）包括新竹矮脚尖、臺中在來1號、臺中低脚烏尖、高雄大粒清油、Tetep 及 Cutsugulcul 等6個品種。3.系統性殺菌劑爲 (1) Benlate〔50% Methyl-1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole carbamate〕，(2) Benlate T-20〔20% Methyl-1-(butyl carbamoyl)-2-benzimidazole carbamate, 20% Bis(dimethyl thiocarbamoyl) disulfide〕，(3) Folcidin〔50% 1-(5-Cyanopentyl carbamoyl)-2-(methoxycarbonylamino)-benzimidazole〕等三種。

二、方法：1.供試稻種栽植於田間，株距22.5×22.5公分，每品種插植6×40行，並按一般慣行法管理之；另於網室利用盆栽（直徑22公分）插植臺南5號，每盆種2叢，肥料施用量按每10公畝硫酸銨40公斤，過磷酸鈣30公斤，硫酸鉀10公斤計算之，並將硫酸銨20公斤，過磷酸鈣及硫酸鉀之全量作爲基肥，剩餘之硫酸銨第二次除草時施用之。經一定時間後選生育均勻而健全的稻叢，將其掘取帶至實驗室內，供接種之用。

2.將供試稻洗淨後，選生育程度相同之稻莖，剪除根部及葉片（包括自然枯死之葉片、葉鞘），以酒精消毒最外部的葉鞘中央部位（接種部位），再用針刺傷一小傷口，並將小黑或小球菌核病之菌核（2～3個）分別接種於傷口內。接種後插於試管中，每試管各插一支稻莖，同時注入20公撮清水（兩天換1次），使稻莖吸收水分以保持活力。每品種或處理均重複四次。然後放置於 28°C 定溫箱內，使其感染。

3.三種系統性殺菌劑之使用濃度，各稀釋爲1,000；2,000；4,000；8,000及12,000倍。將稀釋溶液每試管放入10公撮，使稻莖吸收。接種病原菌按（2）項方法行之。處理後第11天觀察各藥劑對病勢發展之抑制效果。

結果及討論

一、不同稻齡與感染程度之測定

於網室內以盆栽方法培育臺南5號，每盆栽植2叢，每叢插秧5支。第一期作於3月15日插秧，然後自插秧第38天開始，每隔一週將稻叢拔取（四重複），洗淨後將根部及葉片全部剪除，供接種之用（室內接種），同一天同時直接接種盆內的稻叢，使其自然感染（室外接種），前者於接種後第14天，後者每次接種後皆待稻成熟期，始測定各處理區之罹病程度。第二期作於8月14日插秧，並自插秧後第20天開始使用與第一期作相同的方法，測定其罹病程度，所得結果如表二。

表二、不同稻齡與小粒菌核病感染程度

a. 第一期作

	接種日期（插秧後日數）	4月21日 (38)	4月28日 (45)	5月5日 (52)	5月12日 (59)	5月19日 (67)	5月26日 (74)	6月2日 (81)	6月9日 (88)
室內	調查日期	5月5日	5月12日	5月19日	5月26日	6月2日	6月9日	6月16日	6月23日

接種	病斑長 (mm)	小黑菌核病	4.2 c	4.2 c	5.4 bc	5.4 bc	5.9 abc	7.2 a	6.7 ab	6.7 ab
		小球菌核病	4.4	4.4	5.0	5.1	5.8	5.2	5.2	5.1
室外接種	調查月日		7月14日							
	病斑長 (mm)	小黑菌核病	6.9	7.7	8.0	9.2	9.1	9.7	5.7	5.4
		小球菌核病	6.9	7.4	7.7	8.1	9.5	8.3	6.9	6.7

b. 第二期作

	接種日期（插秧後日數）		9月3日 (20)	9月10日 (27)	9月17日 (34)	9月24日 (41)	10月1日 (48)	10月8日 (55)	10月15日 (62)	10月22日 (69)
室內接種	調查日期		9月17日	9月24日	10月1日	10月8日	10月15日	10月22日	10月29日	11月5日
	病斑長 (mm)	小黑菌核病	3.8 d	4.5 cd	5.2bcd	6.0 bc	7.4 ab	9.3 a	9.2 a	7.3 ab
		小球菌核病	3.8 c	3.9 c	6.2 b	6.5 b	7.5 ab	9.3 a	7.8 ab	7.7 ab
室外接種	調查日期		12月5日							
	病斑長 (mm)	小黑菌核病	25.2	33.9	35.8	45.2	51.9	37.5	25.2	17.9
		小球菌核病	23.9	33.0	40.3	45.6	54.0	43.7	33.9	27.9

註：表中小體英文字母相同表示依 Duncan's 多變域分析 5 %不顯著。

關於稻小粒菌核病菌之接種方法，據河村氏[4]報告，小球菌核病菌首先培養於稻藁培養基上，待形成菌核後，取出稻藁經充分陰乾，並用手捏碎而取其菌核，將此菌核散於田間，浮游在水面的菌核，由水的表面張力，使菌核附着於葉鞘周圍，而發芽侵入稻葉鞘的組織內。又據 Hsieh[15] 指出，用針刺傷稻莖之後，將菌核放入傷口，並用塑膠帶固定。據筆者過去按此等方法行人工接種結果，在本省環境下均不佳。但如將 Hsieh 氏之方法，略予改良而不用塑膠帶固定者較爲理想。本研究進行中的人工接種病原菌菌核，皆利用此方法，而獲得良好的結果。

據表二、得知，第一期作室內接種試驗結果，第一、二次接種區之外，小黑菌核病皆比小球菌核病之病斑爲長。經分析結果，不同接種時期示顯著之差異，即第六次（插秧後第74天）接種區之病斑最長，較早或較晚，皆減低病斑發展之傾向，此則水稻生育初、中期生長旺盛時期之病勢發展較爲緩慢。但自插秧第67天後之接種區病勢發展則較爲嚴重。小球菌核病雖亦於插秧後第67天接種區之病斑最長，但經分析結果，各不同稻齡時期之間，差異並不顯著。室外接種試驗（第一、二期作）因供試稻叢之莖數不同，故未經分析，但按所得結果，亦可知第一期作小黑菌核病於第六次（插秧後第74天）；小球菌核病於第五次（67天）之病斑最大，較早或較晚之接種區，皆漸次減少其病勢之發展。第二期作小黑、小球菌核病於室內接種試驗，皆於第六次（55天）之病勢進展最厲，與第一期作之傾向相同。但室外接種試驗，則於第五次（48天）較更適合病勢之進展。又各處理區內，大部份之小球菌核病比小黑菌核病之病斑略大。與 Lo 氏[16]等報告，臺灣水稻小粒菌核病在第一期作主爲小黑菌核病，第二期作主爲小球菌核病之結果頗符合。另如鈴木氏[11]指出小黑菌核病於不同稻齡時期行人工接種後，無論於室外或室內，均示愈晚期接種，其發病程度愈高，雖該報告所供試之稻品種及試驗期間之環境與本研究略異，但據所得結果，具有相同之傾向。

二、稻品種對小粒菌核病之抗病性測定

筆者曾自各區農業改良場索取20個稻品種（包括蓬萊稻14及在來稻6個品種）栽培於田間，並自插秧後第50天（第一期作）或21天（第二期作）開始，每星期一次選拔生育均勻的稻叢，剪除根部及葉片，然後按上述方法行人工接種病原菌（室內接種），經14天後測定各品種之罹病程度；另用室內人工接種之同一方法，直接於田間行之。接種日期爲第一期作於3月10日插秧，室內接種試驗分別於4月29日，5月8,14,21,28日，6月4,11,18日；田間接種試驗分別於4月23,30日，5月7,14,21,28日，6月4,11日；第二期作於8月12日插秧，室內及田間分別於9月2,9,16,23,30日，10月7,14,21日同一天行人工接種，所得結果列於表三、四。

表三、稻品種對稻小粒菌核病之感病程度

病害名及平均病斑長 / 品種名	小黑菌核病平均病斑長 (mm)				小球菌核病平均病斑長 (mm)			
	第一期作		第二期作		第一期作		第二期作	
	室內接種	田間接種	室內接種	田間接種	室內接種	田間接種	室內接種	田間接種
1.臺北 309	5.0	7.8 cd	7.5	2.7 gh	7.1	8.1 cde	7.1	3.4 bc
2.新竹 56	5.4	8.6 bc	7.3	6.3 a	7.6	9.0 bc	7.3	2.5 fghi
3.臺中 178	5.6	9.4 bc	6.5	2.1 i	6.7	12.7 a	7.5	2.2 ghij
4.臺中 65	6.3	8.9 bc	7.5	2.5 ghi	6.2	9.2 bc	7.4	2.0 hij
5.臺中 186	5.7	7.2 cde	6.9	2.5 ghi	6.2	8.2 cde	8.0	2.7 defg
6.嘉南 8	6.3	12.1 a	6.8	3.6 ef	7.5	4.9 f	6.7	2.7 defg
7.臺南 5	6.3	10.3 ab	7.7	5.3 b	6.1	7.1cdef	6.9	3.7 ab
8.臺農 61	6.3	7.6 cd	6.7	2.2 hi	6.3	8.6 cd	6.7	3.0 cdef
9.新竹 171	5.3	9.2 bc	7.1	4.2 cde	5.7	6.3 def	6.9	2.6 efgh
10.新竹 203	5.6	10.3 ab	7.3	4.5 c	6.2	8.2 cde	6.9	4.3 a
11.臺中早試 60	5.6	9.1 bc	7.2	3.1 fg	6.8	5.8 ef	7.0	3.0 cdef
12.臺南 1	5.5	8.4 bcd	7.1	2.9 g	6.1	7.8 cde	6.8	3.2 bcde
13.高雄 10	5.8	8.9 bc	7.0	3.8 de	6.9	7.3cdef	7.1	3.2 bcde
14.高雄選 1	5.6	5.3 e	7.0	1.3 j	6.4	9.3 bc	6.7	2.1 ghij
15.新竹矮脚尖	6.1	10.4 ab	7.4	2.1 i	6.5	11.6 ab	7.3	1.9 ij
16.臺中在來 1	5.7	7.6 cd	7.5	1.2 j	6.6	9.6 bc	6.8	1.8 j
17.Tetep	6.8	6.3 de	7.8	2.0 i	7.3	8.5 cd	6.6	3.2 bcd
18.高雄大粒清油	5.6	7.9 cd	7.3	4.0 cde	6.7	7.7 cde	7.0	2.8 cdef
19.臺中低脚烏尖	6.7	8.9 bc	6.9	4.2 cd	6.9	5.7 ef	6.6	3.2 bcde
20. Cutsugulcul	5.6	8.0 cd	6.2	2.0 i	6.4	14.0 a	6.7	2.6 defgh

註：表中小體英文字母相同表示依 Duncan's 多變域分析5%不顯著。

表四、在田間不同稻齡與小粒菌核病之感病程度

第一期作				第二期作			
接種時期（插秧後日數）	小黑菌核病		小球菌核病	接種時期（插秧後日數）	小黑菌核病		小球菌核病	
31	6.65	d	6.46 de	20	1.79	f	1.54	e
38	7.71	cd	8.02 cd	27	2.41	e	2.20	cd
45	9.38	ab	10.23 ab	34	2.93	bcd	3.04	b
52	9.92	a	10.83 a	41	3.94	ab	4.00	a
59	10.42	a	10.71 ab	48	5.25	a	4.11	a
67	9.78	a	9.07 bc	55	3.76	b	3.21	b
74	8.34	bc	6.94 de	62	3.22	cd	2.40	c
81	6.69	d	5.47 e	69	2.62	de	1.89	de

註：1.供試20品種之平均病斑長（mm）。

2.表中小體英文字母與表三註同。

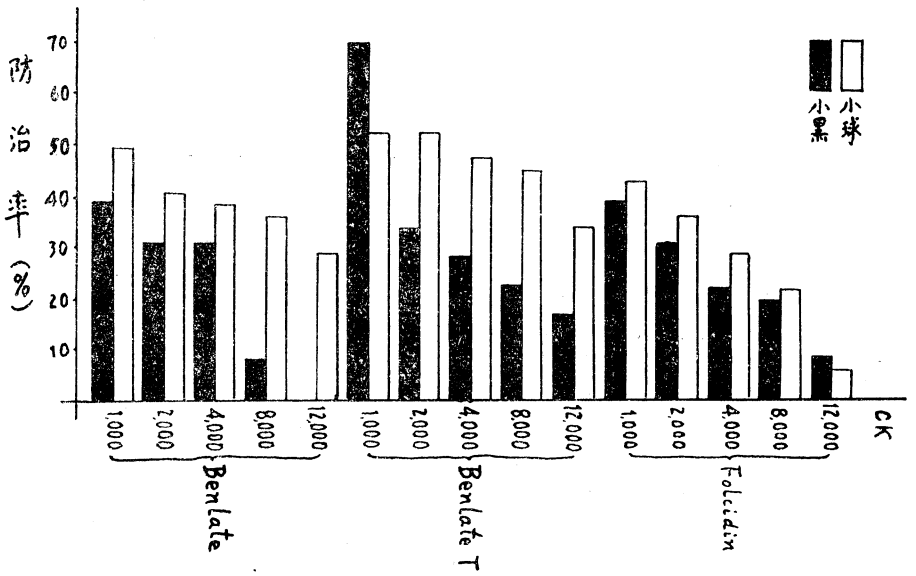
據表三、四，第一期作及第二期作於室內接種試驗結果，供試品種間之病斑長（病勢進展）雖有差異，但經分析結果示不顯著。不過就蓬萊稻與在來稻而論，在第一期作無論小黑或小球菌核病及第二期作的小黑菌核病，在來稻皆比蓬萊稻之平均病斑爲長；而第二期作之小球菌核病則反之，蓬萊稻之平均病斑比在來稻爲長。另自最長病斑觀之，除第一期作在來稻被小黑菌核病侵入後所形成之病斑比蓬萊稻較長之外，第一期作的小球菌核病，第二期作的小黑及小球菌核病，蓬萊稻皆比在來稻之病斑爲長，表示一般在來稻在生育全期中之感病程度的差異不大，而蓬萊稻在不同稻齡之感病程度差異頗大。又據室內接種結果，不同稻齡之接種間平均值差異呈顯著，即第一期作無論小黑或小球菌核病，自插秧後第94天（第7次接種區）之病斑最長；第二期作自插秧後第49～63天（第5,6,7次接種區）之病勢發展最嚴重，此則稻小粒菌核病於第二期作侵害稻體後之病勢發展比第一期作爲早，比此時期早或晚之接種區，其病勢皆呈漸次減少之傾向。

在田間於不同稻齡接種，而待稻成熟期始調查結果，稻品種間之平均值呈顯著之差異。第一期作對小黑菌核病之抗病性較强品種有高雄選1號、Tetep 及臺中186號等；對小球菌核病之抗病性較强者有嘉南8號、臺中早試 60號、臺中低脚烏尖及新竹171號等。第二期作對小黑菌核病具有抗病性者有高雄選1號、臺中在來1號、新竹矮脚尖、臺中 178號、Tetep 及 Cutsugulcul 等，而臺中在來1號、新竹矮脚尖、臺中65號、臺中 178號及高雄選1號等品種對小球菌核病之抗病程度爲佳。其中嘉南8號於第一期作對小球菌核病雖具抗病性强之表現，但同期作中對小黑菌核病則示最感病性之反應，惟在第二期作中對該兩種病害之感病程度差異不大。對小粒菌核病具抗病性品種中屬在來稻之品種佔多數，即田間生長的稻品種在不同稻齡被病原菌感染後，其病勢之發展情形，一般以蓬萊稻比在來稻較爲迅速。又據本次於田間接種結果，在不同稻齡之接種間平均值差異呈顯著，第一期作無論小黑或小球菌核病於插秧後第66～73天（第4～5次接種區）之病斑最長，與室內接種結果爲早，此種現象係田間接種稻株之病勢一直發展至成熟期，而室內接種稻莖，自接種後僅經二週即測定其病斑長度之差異所致。第二期作則插秧後第42～49天（第4、5次接種區）之病斑最長，與室內接種結果之差異不大，因一般第二期作之水稻生長皆較第一期作快，且生育期間較短之故。據河合氏[3]報告，一般殘留於水田裡的菌核，附着稻株基部的機會在插秧直後並不多，但經每次除草、中耕作業而成正比例的增加，自插秧後第44天爲最高峰。又照屋氏[12]曾指出稻自插秧後，即可受小球菌核病菌之侵

入，但其發病率最高峰則自分蘖極期至孕穗期之間，而抽穗後被害率較低，可能因氣溫降低而抑制病菌進展之故，雖地域及供試品種不同，但與本省第二期稻作之結果頗符合。

三、系統性殺菌劑之防治效果

關於稻小粒菌核病之防治試驗報告頗少，據岡本氏[5]報告，過去曾使用有機汞劑防治稻小粒菌核病，可獲良好的防治效果，但自停止有機汞劑之使用以來，至今尚無最有效的殺菌劑。筆者等[13]曾用 Benlate 處理土壤，對小粒菌核病之防治可見效。本研究係於第一期作水稻分蘖最盛期，自田間掘取生育均勻的臺南 5 號，剪除根部及葉片，然後用上述方法行人工接種及處理，觀察各殺菌劑間對病勢進展之抑制效果。所得結果列於圖一。



圖一、系統性殺菌劑對稻小粒菌核病之防治效果

經分析結果，施藥與否對抑制病勢進展之效果呈顯著之差異，而供試三種殺菌劑之間以 Benlate T-20 之效果比其他二種爲優，對小球菌核病之病勢抑制達到顯著水準，其次爲 Benlate，再次爲 Folcidin。一般對小球菌核病之效果比小黑菌核病爲良好。各種殺菌劑之施用濃度均以1,000 倍區之抑制效果最佳，愈降低濃度，其效果愈差。目前本省對稻小粒菌核病之防治，尚未找出最有效的殺菌劑，又因本試驗係於實驗室內進行，今後需選定常發生地區，於田間實地進行防治試驗。

參 考 文 獻

1. 井上義孝 1951 稻小粒菌核病の被害とその防治 農業及園藝 26(1)：27~32
2. 河合一郎 1955 稻小粒菌核病の耕種的防除法 農業及園藝 30(5)：705~707
3. 河合一郎、森喜作、森田傳 1953. 稻小粒菌核病菌菌核の水田に於ける分布 農業及園藝 28(1)：209~210
4. 河村榮吉 1941 稻小球菌核病菌の簡易大量接種法 日本植病報 11(1)：20~21
5. 岡本弘 1954 水銀粉剤（セレサン石灰、その他）の使い方 博友社 48~56
6. 陳其昌、簡錦忠、黃添福 1961 稻菌核性病害之研究 第一報 施肥、品種對於菌核性病害之關係 農業研究 10(2)：40~46
7. 野中福次、吉井甫 1958 稻の熟度と稻小粒菌核病被害度との關係 I.稻小粒菌核病被害度及び稈侵入の時期的

觀察 九州大學農學部學藝雜誌 16(3):439~445
8. 後藤和夫、深津量榮 1954 稻小粒菌核病に關する研究 第一報 抵抗性の品種間差異並びに發生經過 日本東海近畿農試場報告 1:27~39
9. 渡邊文吉郎 1952.稻小粒菌核病進展と水稻莖基部の生理的性質 九州農試場彙報 1(2):271~276
10. 農林廳 臺灣省植物保護工作總報告:民國60,61,62,63,64年度 (1971,1972,1973, 1974,1975)。
11. 鈴木穗積 1975 小黑菌核病菌によるイネ葉の發病時期と侵入前行動(講要) 日本植病報 41(3):245~246
12. 照屋林宏 1962 稻の生育時期と稻小球菌核病の發病との關係 沖繩農業1(2) :15~17
13. 簡錦忠、洪雲卿、朱啓魯 1972 水稻紋枯病之系統性藥劑室內及田間防治試驗 農業研究 21(3):191~202
14. CHEN, C. C. 1963: Sclrotial diseases of rice plant in Taiwan. Memoir of College of Agr. National Taiwan Unriv. 7 (2) 37~54,
15. HSIEH, S. P, Y. 1966 Stem rot of rice in the Philippines, M. S. thesis, Univ. Philippine, Coll. Agr. pp. 78,
16. LO, T. C. and S. P. Y. HSIEH1964Studies on the stem rot of rice plant I. Distribution and economic significance of the disease. Plant Protection Bull. 6 (3) :121~135, .

STUDIES ON STEM-ROT DISEASE OF RICE

I. Relations Between Infection and Rice Age, Varietal Difference and Chemical Application

by

C. C. Chien

Summary

The purpose of this study was to realize the infection of stem-rot pathogens (including small black sclerotial disease caused by *Helminthosporium sigmoideum* var. *irregulare* and small round sclerotial disease causad by *Leptosphaeria salvinii*) to rice plant at different ages, the varietal difference in disease susceptibility and the effectiveness of some systemic fungicides to the disease.

Under the greenhouse condition, the most suitable inoculation period for Tainan 5 was found to be 67-74 days and 48-55 days after transplanting in the first and second crops, respectively. Under the field condition, the highest degree of disease infection was observed when the inoculation was made 60-73 days and 42-49 days after transplanting in the first and second crops, respectively. Earlier or later inoculation seems to decrease the lesion development. Varieties Kaohsiung-hsian 1, Tetep, Taichung 186, Taichung-native 1, Hsinchu-ai-chueh-chien, Taichung 178 were found to be highly resistant to small black sclerotial disease and Taichung-ti-chueh-wu-chien, Hsinchu 171, Taichung native 1, Hsinchu-ai-chueh-chien, Kaoshiung-hsian 1, Taichung 65, Taichung 178 were resistant to small round sclerotial disease.

Among three tested systemic fungicides, Benlate T-20 was the most effective in controlling the stem-rot disease at a concentration of 1 : 1,000.

田間亞麻萎凋病鐮刀菌與水稻之相互關係研究[1]

杜金池　程永雄　張義璋[2]

摘要　亞麻萎凋病（立枯病）發病土壤（FC—11）分：（A）不處理、（B）60°C 消毒 1 小時、（C）60°C 消毒 1 小時後加亞麻萎凋病激發田之前作稻根，（D）60°C 消毒 1 小時後加亞麻萎凋病株莖部碎片，（E）60°C 消毒 1 小時後加水稻紋枯病菌，（F）121°C 15 lbs 滅菌 1 小時等 6 處理，於網室內磚砌栽培床栽植第一期作水稻（臺南 5 號）。栽植一月後調查各處理每克土壤所含*Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* 之菌體數，分別爲（A）5,800（C）1,400（D）7,000第 2 個月菌體數減少，至第 3 個月降爲（A）4,200（C）400（D）4,000。同時，栽植後 2 月調查之每克稻根含病菌菌體數爲（A）1,000（C）500（D）1,500。至第 3 個月每克稻根所含之菌體數增至（A）1,500（C）1,000（D）2,000，（B）（E）（F）三處理之土內及稻根雖含有其他眞菌，但均未見有 *F. oxysporum* f. sp. *lini* 出現。

根部感染 *F. oxysporum* f. sp *lini* 之水稻由外觀無法看出罹病趨向，但與未感染之水稻詳加比較，可發現前者較爲矮化。另由前述處理產量推算每公頃產量，結果分別爲（B）3,080.4 kg、(E) 2,966.3kg、（F）3,182.0kg、（A）2,840.5kg、（C）2,785.3kg（D）2,450.7kg，得知被感染之水稻有一成至二成半減產。民國64年第 2 期作水稻重複試驗，亦有相似之趨勢。

在產地一組發病田（FC—11）與抑病田（FS—11）第 2 期作均種白殼硬糯水稻，其稻株平均株高差異極顯著。另組發病田（FC—13）與抑病田（FS—14）則種高雄66號水稻，雖株高差異不顯著，但其分蘗數則呈極顯著差異。

由上觀之，雖 *F. oxyporum* f. sp. *lini* 感染水稻後不致引起外部病徵，但已造成水稻株高矮化，分蘗數減少，產量減低等現象，此等病害暫名爲「隱匿性病害」（Latent disease）。

前　言

Snyder 和 Hansen[6,7,8] 將 *Fusarium* 屬依其形態分成九種（Species），種以下再依寄主植物之不同，分成許多分化型（Special forms）。*Fusarium oxysporum* 除腐生型外，各分化型只加害特定植物種（Species）產生疾病，而不使他種作物致病。

Fusarium oxysporum 在土中殘存（Survival）期限，據 Snyder（私人通信，1974）稱，該病原菌在缺乏適當寄主植物時僅可生存 2～3 年，所謂「適當寄主」並非專指一般可產生明顯可辨的病徵的「感病性」植物種，而是泛指可被 *F. oxysporum* 侵染，無論可產生外部病徵或不產生病徵之各種植物而言（杜，1975）。*F. oxysporum* 侵染非「感病性」寄主植物之報導已屢見不鮮，如棉萎凋病菌（*F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum*）能侵入甘藷、金魚草、大麥、香附子及細葉錦葵等植株內[1,3,5]；甘藷萎凋病菌（*F. oxysporum* f. sp. *batatas*）可侵入棉花、肉桂、百喜、蜀葵、山艾、番茄、菸草、豇豆、菜豆、西瓜、馬鈴薯、玉米、大豆及白菜等植株內[1,3]；番茄萎凋病菌（*F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*）亦可侵入甘藷及含羞草等植株內[1,3]，但均不產生病徵。香蕉黃葉病菌（*F. oxysporum* f. sp. *cubense*）亦可從蕉園健康的雜草*Paspalum fasciculatum*, *Panicum purpurascens*, *Ixophorus unisetus* 及 *Commelina diffusa* 等分離出病菌[10]。

本研究係行政院國家科學委員會研究專題 NSC-65-0501-0202（06）之部份成果，研究進行期間蒙臺灣糖業研究所顧問王博士世中之鼓勵與關懷，謹申謝忱。

1. 試驗報告農試字第七八七號。

2. 臺灣省農業試驗所技正兼植物病理系主任，同所臺南棉麻試驗分所技士及同所技佐。

相似地 *F. oxysporum* f. sp. *niveum*, f. sp. *phaseoli*, f. sp. *conglutinans* 等均可侵入甘藷而不產生病徵[3]。總之，*F. oxysporum* 各分化型在缺乏「感病性」寄主植物時，亦能侵入非「感病性」寄主植物體內增殖而使病原菌持續不斷[3]。

雖然菸草萎凋病菌（*F. oxysporum* f. sp. *nicotianae*）可侵入甘藷而發生萎凋病徵[3]，但一般非「感病性」寄主植物受病菌侵入後，並不表現萎凋或其他外部病徵，而是發生生育異常現象：如細葉錦葵被 *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* 侵入後，帶菌植株比無菌植株細小而早熟。另有一些病菌雖不使非「感病性」寄主植物產生萎凋病徵，但病菌潛存在根之皮層，或可進入維管束及地際部之莖內，使組織褐化[1,3,5]。吾人已知亞麻萎凋病（立枯病）菌（*F. oxysporum* f. sp. *lini*）發病田之水稻可被病菌侵入根部[11]，但被病菌侵染後之水稻是否有生育異常現象而導致減產之情形，實有進一步探討之必要。

材料與方法

一、亞麻萎凋病病土種植水稻後*Fusarium oxysporum* f. sp. *lini*之消長

臺灣彰化亞麻產區之萎凋病發病田栽植水稻後稻根帶有 *F. oxysporum* f. sp. *lini*, 並爲亞麻萎凋病之主要感染源[11]。本項研究以闡明上述導病土壤內之病菌侵入稻根之時期，及改植水稻後病菌之消長爲目的。將導病土壤（FC—11）分下述6種方法處理之：（A）發病田土壤（FC—11）不處理，（B）發病田土壤（FC—11）以 60°C 濕熱消毒一小時，（C）如（B）處理後加亞麻萎凋病激發田前作稻根（184公克／55公斤土），（D）如（B）處理後加亞麻萎凋病病莖碎片（184公克／55公斤土），（E）如（B）處理後加水稻紋枯病病原菌，（F）發病田土壤以 121°C 15 lbs 高壓滅菌一小時等6種處理，於網室內磚砌栽培床栽植第一期水稻。水稻品種爲臺南5號，各處理均2重複，種植20欉健全稻苗後按一般水稻之栽培管理方法行之。每月採取土樣以 Nash和 Snyder 兩氏之土壤稀釋平板法[4]調查土中病菌之菌體數，另於水稻插秧後第 2,3 兩月，採取稻根先水洗後再以 0.1 % Sodium hypochlorite 表面消毒，置於攪拌器（Waring blender）後再加定量之 0.2 % Agar broth 打碎及拌勻，約兩分鐘後以同法調查稻根內病菌之菌體數。

二、*Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* 對水稻生育及產量之影響

〔試驗一〕之網室試驗，於插秧後，隨時觀察水稻之生育狀況，每月並調查其株高。至水稻成熟時調查其有效分蘗數、穗重及產量。

民國六十四年第一期作水稻試驗完畢後，再連作水稻一次，並以發病田土壤（FC—11）行相同處理後插秧，供爲未連作對照。各處理調查方法與第一期作之試驗類同。

三、田間水稻在亞麻萎凋病發病田與抑病田生育之比較

民國六十四年第二期作水稻成熟期時，選所栽植水稻品種、插秧日期、及田間管理方法均相同之相鄰亞麻萎凋病激發田與抑病田[11]，隨機調查各田間水稻之株高及分蘗數，並以生物統計方法分析兩者間之差異性。

試驗結果

一、亞麻萎凋病病土種植水稻後 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* 之消長

經 60°C 滅菌一小時同樣地能將 *F. oxysporum* f. sp. *lini* 滅除。（B）、（E）、（F）三處理無論土中或水稻根內均無法分離到 *F. oxysporum* f. sp. *lini*。（A）、（C）、（D）三處理

土壤內之病菌濃度慢慢減少。水稻種植後第二個月就能分離到 *F. oxysporum* f. sp. *lini*，而後逐漸增加其族羣。因該病原菌可侵入稻根增殖而抵消在土壤內密度之自然下降，使病原菌族羣密度在土壤內能維持平衡狀態（圖一）。

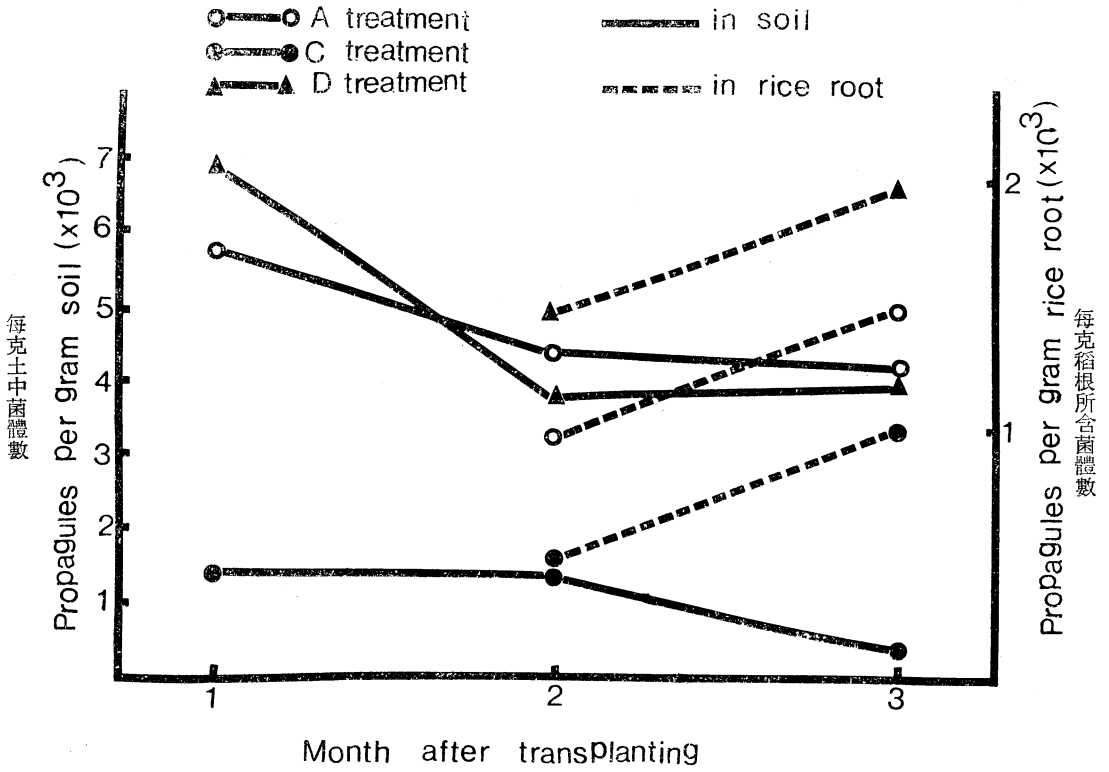


圖1. 一期稻網室試驗各處理土中及稻根內 *Fasarium oxysporum* f. sp. *lini* 之消長
Figure 1. Propagules of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* isolated from soils and rice roots during the growing period of 1st crop of rice.

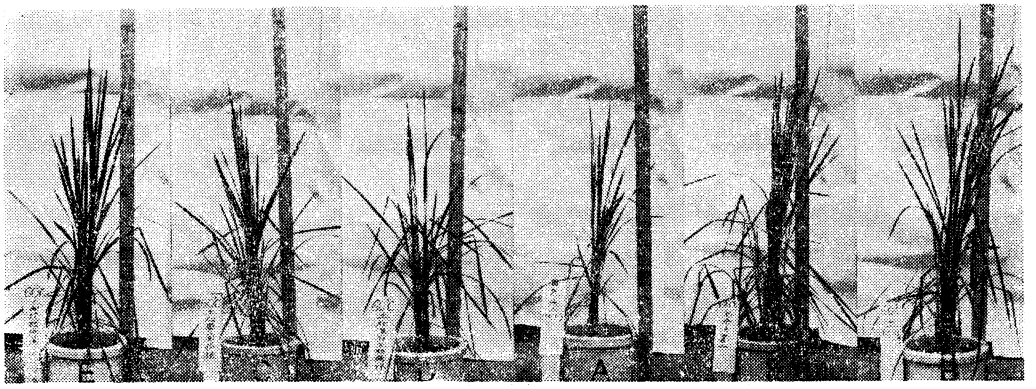


圖2. 第一期作水稻生長在不同處理之土壤80天之株高比較（英文字母表示各種不同處理，詳細處理內容如本文）。
Figure 2. Comparison on plant height of the first crop of rice growing on variously treated soils for 80 days (capital letters indicate different treatments, see text for detail).

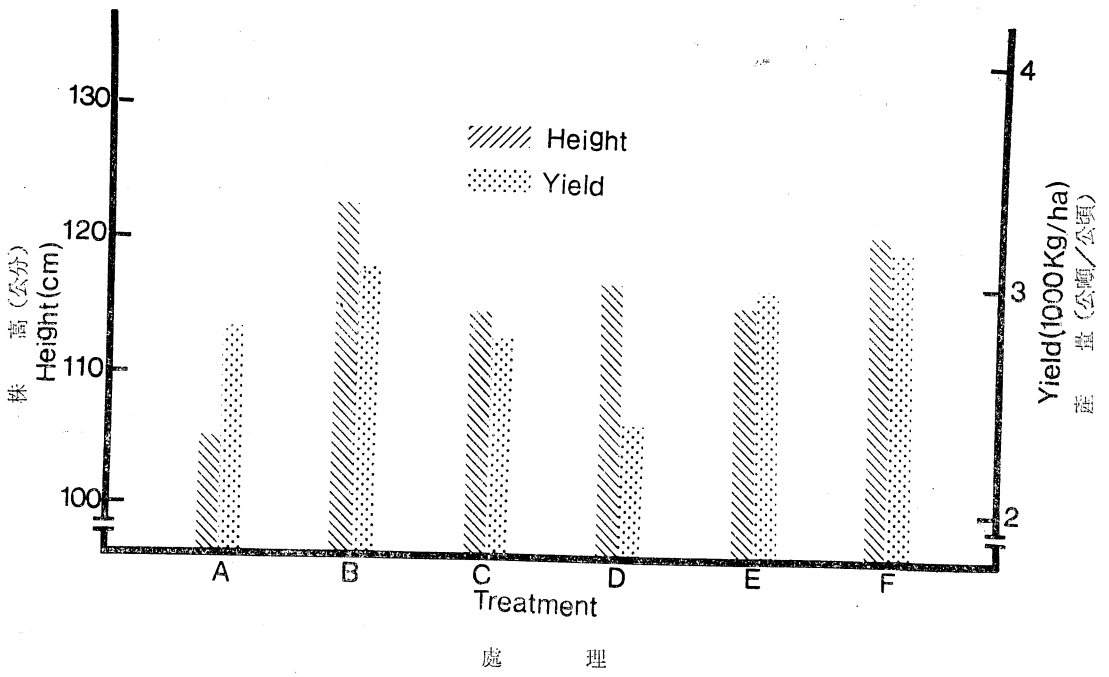
二、*Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* 對水稻生育及產量之影響

除（E）處理接種水稻紋枯病菌，有紋枯病發生外，其餘五個處理，外觀均無法看出有任何罹病之病象。由〔試驗一〕得知（A）、（C）、（D）三處理之水稻能被 *F. oxysporum* f. sp. *lini* 侵入，而種植後 90 天之水稻株高（A）爲 105.5cm.（C）爲 114.5cm.（D）爲 116.9cm。未被病菌侵染之（B）、（F）兩處理之同齡水稻株高（B）爲 123.2cm.（F）爲 120.6cm，可見被病菌感染之稻株雖無外部病徵，但其株高則呈矮化現象（圖二）。同時，其分蘖數減少，穗重減輕，致影響其產量。各處理之產量以每公頃爲準，分別爲（A）2,840.5kg.（C）2,785.3kg.（D）2,405.7kg.（B）3,080.4kg.（E）2,966.3kg.（F）3,182.0kg，得知被感染之水稻有一成至二成半之減產（圖三）。

民國六十四年第二期水稻重複試驗結果，無論連作與否均與第一期作試驗有相似之趨勢。但(A)、(C)、(D) 三處理很顯然地因連作而增强稻株矮化及減產現象。如果只將 *F. oxysporum* f. sp. *lini* 病菌滅除（B 處理）則不因連作而影響水稻生育或產量（圖四）。

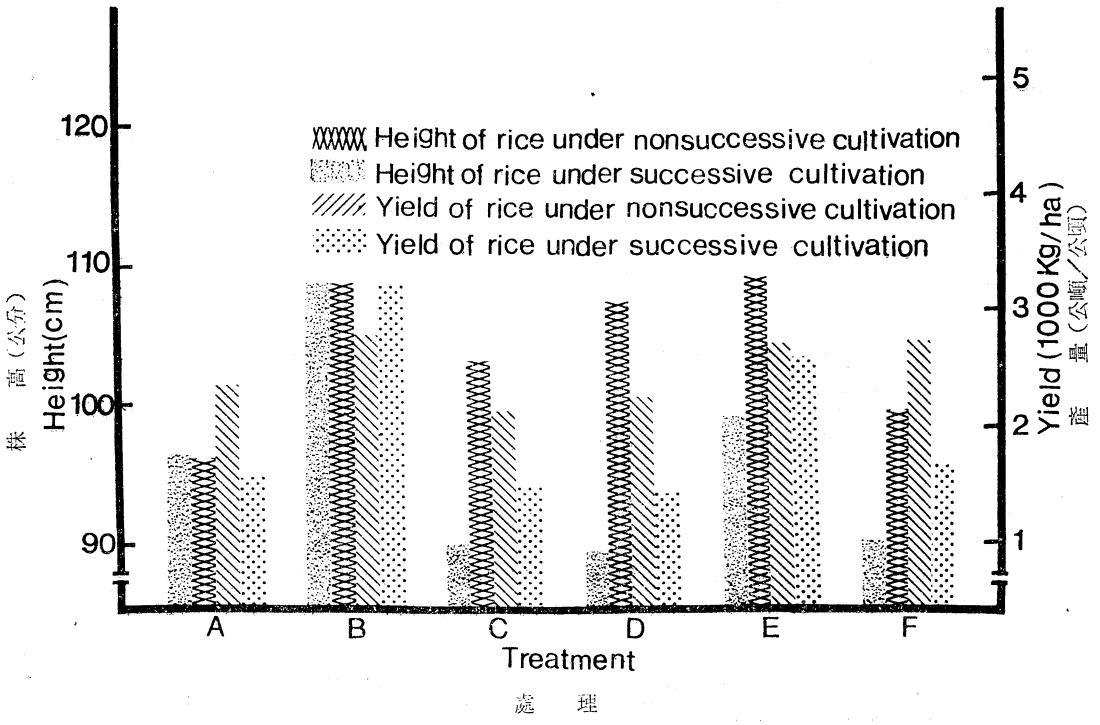
（三）田間水稻在亞麻萎凋病發病田與抑病田生育之比較

發病田（FC—11）和抑病田（FS—11）同樣種植白殼硬糯水稻，同日插秧(六十四年七月中旬)，而田間管理及施肥方法均相同，爲一組；另組發病田（FC—13）和抑病田（FS—14）所種水稻品種爲高雄66號，插秧日期爲六十四年六月八日，田間管理及施肥等亦均相同。調查分析後，其結果如表一、所示。FC—11和 FS—11 所種白殼硬糯其株高差異極顯著；而 FC—13 和FS—14 所種高雄66號雖株高差異不顯著，但其分蘖數則呈極顯著差異。



圖三、不同處理之土壤栽植一期作水稻之株高及產量比較

Figure 3. Comparisons on rice height and yield of the 1st crop of rice growing on variously treated soils.



圖四、各處理之土壤連作及未連作下二期作水稻之株高及產量比較

Figure 4, Comparisons on rice height and yield of the 2nd crop of rice under different cultivation system on variously treated soils.

表一、二期水稻在亞麻萎凋病發病田與抑病田生育之比較

Table 1. Growth of 2nd crop of rice on flax *Fusarium* wilt—sick and suppressive soils

水稻品種 Rice variety	田別 Field	分蘖數 No. of tiller	株高 (cm) Height
白殼硬糯 Pai-ker hard glutinous	FC—11	18.6	92.7**
	FS—11	19.6	98.3
高雄 66 號 Kao-hsiung No. 66	FC—13	16.7**	106.9
	FS—14	21.1	109.2

註：（1）FC 爲發病田，FS 爲抑病田。
FC indicates *Fusarium* wilt sick soil and FS means *Fusarium* wilt suppressive soil.
（2）**號代表差異極顯著。
**indicates statistically very significant at 1% level.

討 論

Fusarium oxysporum 引起之作物萎凋病害，至目前爲止尚缺乏防治良策，唯實施輪作或廢耕改種其他作物尚不失爲應急之法。但輪作之防治效果往往不易達到；如香蕉黃葉病病田改種可可樹二十五年再種感病性香蕉品種，仍能發病 [9]，棉花萎凋病田改植其他作物十二年再恢復種植棉花時，萎凋病發生率仍極高 [1]。這種現象使一般人誤認爲 *F. oxysporum* 能在土壤中長期存活。但自 Armstrong 和 Armstrong [1] 1948 年發現棉萎凋病病原菌能侵入非"感病性"寄主植物後，許多學

者亦陸續地提出類似報告 [2,3,5,10,11]。因此瞭解供輪作之作物雖非"感病性"寄主植物，但病原菌往往能在其植株內增殖族羣(population)。類此情形，輪作不但不能減少田間病菌密度，有時如棉花萎凋病田改種大麥，反使病菌密度劇增 [5]。因此，除非愼選非寄主植物，輪作無法達到防治目的。臺灣之亞麻栽培主要地區爲彰化、臺中及南投等三縣，均以亞麻爲水稻第二期作與第一期作之中間裡作作物。第一作者 [11] 首先發現水稻根能携帶亞麻萎凋病病原菌，而本試驗又發現亞麻萎凋病菌能在稻根內增殖，使其族羣在土壤內維持平衡，不因輪栽水稻而減少。因此，亞麻一旦發生萎凋病後，病菌將能長久延生不滅。縱使廢耕不種亞麻，加繼續種植水稻，無論時間之長短爲何，將永遠無法恢復種植亞麻而期望萎凋病不再發生。

無論網室試驗或田間調查，萎凋病菌雖不引起水稻之外部病徵，但却能影響水稻之正常生育及產量（圖二～圖四及表一），因此，無論以栽培亞麻或水稻著眼，土壤內萎凋病菌族羣之撲滅爲迫切之務。

Fusarium 屬以形態共分九種 (Species)，各種再分出若干分化型。一般而言，這些分化型只加害特定作物。但綜觀前人研究和本研究之結果，*F. oxysporum* 侵入非特定寄主作物後，有三種情形：(1) 如 *F. oxysporum* f. sp. *apii* 能引起蘆筍、茄子 *Gossypium barbadense*、*G. arboreum* 及向日葵等產生萎凋病害，*F. oxysporum* f. sp. *nicotianae* 可引起甘藷萎凋 [2,3]，其致病原理如何，尚待研究。(2) *F. oxysporum* f. sp. *vasinfectum* 侵入細葉錦葵後雖無外部病徵，却能引起植株矮化及早熟 [5]，而本試驗亦發現 *F. oxysporum* f. sp. *lini* 侵入水稻後雖無病徵，但稻株較矮化，分蘖減少，產量降低等屬於生理異常之病變現象。(3) 尚有非"特定感病性"寄主植物只供病菌增殖而無任何病變現象者 [1,3,5,10]。似此，特定分化型侵入他種作物，無論是否引起病害，亦不論是否影響其生育，但寄生生活乃爲確切之事實，這些事實在 *F. oxysporum* 種裏面甚爲普遍。因此，單以"特定寄主植物"所定之各分化型已不符實際，實有重新檢討之必要。

F. oxysporum f. sp. *lini* 侵入水稻後雖無外部病徵，但已造成稻株矮化、分蘖減少、產量降低等，此等病害筆者等暫名爲"隱匿性病害" (Latent disease)。另由圖四、之結果顯示，在連作之處理中，60°C 滅菌一小時之 (B) 處理反比 121°C完全滅菌之 (F) 處理，無論水稻生育或產量均較爲良好。其原因可能爲 (B) 處理尚留有部份腐生之菌類，這些菌類可抗衡其他病菌之族羣建立。反之，(F) 處理病菌建立族羣之機會與腐生菌具同等地位，故在連作時因 (F) 處理可能已有某些不利水稻生長之菌類侵駐土內，致反比 (B) 處理水稻之生育不良。因此吾人推想除 *F. oxysporum* 能引起水稻"隱匿性病害"外，可能尚有其他菌類亦會引起同類病害。這些菌類究有多少，其影響程度如何，尚需進一步探討。

參 考 文 獻

1. Armstrong, G. M., and J. K. Armstrong. 1948. Nonsusceptible hosts as carriers of wilt *Fusaria* Phytopathology 38 : 808—826.
2. Armstrong, G. M., and J. K. Armstrong. 1969. Relationships of *Fusarium oxysporum* formae speciales *apii asparagi*, *cassiae*, *melongenae*, and *vasinfectum* race 3 as revealed by pathogenicity for common hosts. phytopathology 59 : 1256—1260.
3. Hendrix, F. F., Jr., and L. W. Nelsen. 1958. Invasion and infection of crops other than the forma suscept by *Fusarium oxysporum* f. *batatas* and other formae. Phytopathology 48 : 224—228.
4. Nash, S. N., and W. C. Snyder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot *Fusarium* in field soils. phytopathology 52 : 567—572.
5. Smith, S. N., and W. C. Snyder. 1975. Persistence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*

in field in the absence of cotton. Phytopathology 65 : 190—196.

6. Snyder, W. C., and H. N. Hansen. 1940. The species concept in *Fusarium*. Am. J. Bot. 27 : 64—67.
7. Snyder, W. C., and H. N. Hansen. 1941. The species concept in *Furarium* with refererence to section Martiella. Am. J. Bot. 28 : 738—742.
8. Snyder, W. C., and H. N. Hansen. 1945. The species concept in *Fusarium* with reference to discolor and other sections. Am. J. Bot. 32 : 657—666.
9. Stover, R. H. 1962. Fusarial wilt (Panama disese) of banana and other *Musa* species. Comm. Wealth Mycol. Ins. Phytopath. Paper No. 4. Kew, Surrey, England. 117p.
10. Waite, B. H., and V. C. Dunlap. 1653. Preliminary host range studies with *Fusarium oxyspor um* f. *cubense*. Plant Dis. Rept. 37 : 79—80.
11. 杜金池，1975，臺灣鐮刀菌萎凋病抑病土壤和亞麻萎凋病病原菌存在於水稻根組織內之發現。科學發展月刊3 : 1768—1784。

RELATIONSHIP BETWEEN RICE *FUSARIUM OXYSPORUM* F. SP. *LINI* IN THE FIELD

C. C. Tu, Y. H. Cheng, and Y. C. Chang

Summary

Flax wilt-sick soil (FC-11) was treated with various ways : (A) no treatment (control) , (B) 60°C/1 hr. steam sterilization, (C) 60°C steam sterilization and then added with rice roots from flax wilt-sick field, (D) 60°C steam sterilization and then inoculated with wilted flax stem tissues, (E) 60°C steam sterilization and then inoculated with *Rhizoctonia solani*-hyphal suspension, and (F) autoclaved with 121°C, 15 lbs for 1 hr. Differently treated soils were placed respectively in brick-made growth flats in the greenhouse for the cultivation of first crop of rice (Tainan No. 5).

Pathogen density of tested soil was made monthly after transplanting of rice seedling. The propagules of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* of different treatments in per gram of soil were 5800, 1400, and 7000 for A, C, and D treatments in the first month. The propagules decreased slowly in the second month and further down to 4200, 400, and 4000, respectively, in the third month. There were no *F. oxysporum* f. sp. *lini* detected from the soils of B, E, and F treatments throughout the period of experiment.

Fusarium oxysporum f. sp. *lini* was also detected from rice roots of A, C, and D treatments with the quality of 1000, 500, and 1500 colonies/per gram of root, respectively, at 2 months after transplanting. It increased to 1500, 1000, and 2000 colonies/per gram of root, respectively, after 3 months. Although other fungi could be detected from soils and rice roots of B, E, and F treatments, no *F. oxysporum* f. sp. *lini* could be isolated.

Although *F. oxysporum* f. sp. *lini* could infect and establish itself in the rice roots, there were no clear external symptom on rice plants. However, they did show some extent of dwarf when compared with non-infected rice plants. Yields of different treatments varied ; they were 3182, 3080, 2966, 2841, 2785, and 2406 kg per hectare for F, B, E, A, C, and D treatments, respectively. In general, yield was reduced about 10-25% in those plots that rice roots were infected with *F. oxysporum* f. sp. *lini*. Repeated test in the second crop of rice resulted in the similar conclusion.

Both wilt-suppressive and wilt-sick fields were cultivated with 'Paiker hard' glutinous rice. Results showed statistically significant (1%)on average statures of rice plants. The other pair of suppressive and sick fields were cultivated with 'Kao-hsiung No 66'. Although the stature of the rice plants appeared statistically no significance between these two fields, the number of tillers was statistically very significant (1%).

It was concluded that *F. oxysporum* f. sp. *lini* could not only penetrate into rice roots but also cause an abnormal physiological reaction of rice plants resulting in the dwarf and reduction of yield. The disease caused by pathogenic *F. oxysporum* on 'non-host' without clear external symptom was herein termed as 'latent disease'.

賽好勝（Celphos）與好達勝（Phostoxin）防治倉庫害蟲及影響種籽發芽試驗[1]

林　檳　洪麗梅[2]

摘要　一、在氣溫 28°C ，以賽好勝（Celphos）與好達勝（Phostoxin）於塑膠罩內燻蒸處理 3 天，用藥量分 4、2、1、½片/M³，對稻穀中所埋之玉米象（*Sitophilus zeamais*）、穀蠹（*Rhizopertha dominica*）及擬穀盜（*Tribolium castaneum*）成蟲及卵均有顯著效果。二、以好達勝現行推廣用藥量 6片／M²，在加强水泥及磚造文化瓦倉庫之稻穀堆（散倉）60cm 深處埋蟲後封倉燻蒸3天，結果除穀粒中部份卵未能殺死而繼續有成蟲出現外，對其他成蟲及卵均有燻殺效果。三、稻穀、玉米、白菜種籽經賽好勝及好達勝燻蒸後，其發芽率並無明顯降低。四、以塑膠布密封之稻穀經二種燻蒸劑處理3天後，經賽好勝4片／M³ 處理者 PH_3 殘毒量達 0.20ppm，玉米象成蟲死蟲率達95.3%；2片／M³ 處理者爲 0.10ppm，死蟲率達 82.6%；½片／M³處理者爲 0.02ppm ，死蟲率爲13%。好達勝4片／M³ 處理之 PH_3 殘毒量 0.20ppm，死蟲率達 90%；2片／M³ 處理爲 0.06ppm，死蟲率達55.3%；½片／/M³ 處理爲 0.03ppm，死蟲率僅 7.7%。五、二種燻蒸劑燻蒸5天，分解崩壞殘粉中 PH_3 餘量之測定，發現殘粉中含有 PH_3 均有1.2ppm ，其後隨時間逐漸消失，至35天後賽好勝組尙有 0.3ppm ，好達勝組亦有 0.2ppm 。將燻蒸1週後之藥劑殘粉與玉米粉混拌飼餵白鼠，結果處理組均死亡。

好達勝（Phostoxin）原爲專門防治糧倉害蟲而製造。在糧倉防治蟲害時處理操作手續簡便，效果卓著，故受一般使用者歡迎。近有賽好勝（Celphos）在市面出售，其形態及有效成分與好達勝甚相似。爲探明其對玉米象（*Sitophilus zeamais*）、穀蠹（*Rhizopertha dominica*）、擬穀盜（*Tribolium castaneum*）之燻蒸殺蟲效果，在塑膠罩內及倉庫實地進行燻蒸試驗。將經過整理報告於後，以供倉貯業者參考。

本試驗經費承農復會就中央加速農村建設計畫 76（ARDP）-1.1-A-175 項下補助完成。在彰化縣埤頭及田中鄉鎭農會進行試驗時，承臺灣省糧食局陳炳生技正，彰化分處黃有慶股員協助，並得吉鳳行陳宏毅、張勝吉與欣興公司游榮森先生等協助投藥處理，埤頭鄉農會及田中鎭農會負責人給予方便及協助，蒙本所應用動物系邱瑞珍主任支持與鼓勵，工作始得順利完成。稿成復承陶家駒技正、李順連技士、林珪瑞技士及國立臺灣大學植物病蟲害學系徐世傑教授修正。害蟲檢查得張正雄、周麗卿協助，於此一併致謝。

材料與方法

供試藥劑：所用二種燻蒸劑均含有效成分磷化鋁（Aluminum phosphide），55% 好達勝（Phostoxin）係西德 Degesch 公司出品，57%賽好勝（Celphos）則爲印度 Excel 公司出品。其用藥量分爲6、4、2、1、½片／M³等。

供試害蟲：預先在室內飼育玉米象（*Sitophilus zeamais*）、穀蠹（*Rhizopertha dominica*）、擬穀盜（*Tribolium castaneum*）成蟲，各挑選 100～200隻，前二種用糙米 40g ，後一種用玉

1.試驗報告農試字第七八九號。

2.臺灣省農業試驗所應用動物系技佐、技術員。

米粉 20g ，放入成蟲，1天後取出成蟲，將帶有卵粒之糙米及玉米粉以細布包紮。另將此成蟲放在同量之糙米及玉米粉中，以細布包紮之，以便埋入穀堆內。

磷化氫（PH_3）濃度測定：以西德 Auergesellschaft 公司出品之 Auer-gos-Tester；PH_3-50 及 PH_3-0.1 二種小型玻璃測管（可測定範圍前者爲 50～2,000ppm，後者爲 0.1～10ppm）將測管兩端管口折開後一端接於橡皮球，用手壓橡皮球吸入磷化氫氣體濃度。

供試地點：本試驗地點，分別在臺北本所室內與彰化縣埤頭鄉及田中鎮農會倉庫實地進行。試驗倉庫地點、供試稻穀數量及用藥量列如表1。

表1. 倉庫地點及使用藥量

Table 1. Warehouse location and fumigation dosage

倉庫地點 Warehouse location	使用藥劑 Chemicals	稻穀種類 Sorts of grain	使用藥量（片／M^2）Dosage (tablets/M^2)	處理數量（噸）Weight of treatment	備註 Note
彰化縣埤頭鄉農會 (Pi-tou Hsiang Farmer's Association)	賽好勝 (Celphos)	在來 Chailai Rice	6	780	加强水泥穀倉* Concret Granary
彰化縣埤頭鄉農會 (Pi-tou Hsiang Farmer's Association)	好達勝 (Phostoxin)	蓬萊 Ponlai Rice	6	540	加强水泥穀倉* Concret Granary
彰化縣田中鎮農會 (Tien-chung Chen Farmer's Association)	賽好勝 (Celphos)	在來 Chailai Rice	6	380	普通穀倉* Regular Granary
彰化縣田中鎮農會 (Tien-chung Chen Farmer's Association)	好達勝 (Phostoxin)	在來 Chailai Rice	6	453	普通穀倉* Regular Granary

註：*爲 320M^2

供試種籽：蓬萊稻穀（台中 65 號）係本所農場供應，玉米及白菜種籽購自臺北市種籽行。

供試動物：小白鼠由市場購買，每隻重約 25g 左右，爲避免購進有病白鼠影響試驗，先飼育2週後選出健康活潑者供試。

秤量藥劑：採用 5×12cm 冷凍袋，以秤量片劑及粉末。

室內試驗：用 10×40cm 塑膠筒，一端突出約 10.5×10cm，兩筒套接成長 70cm，裝入3公斤稻穀，將上述備有害蟲布包，分上、中、下層埋入筒內稻穀中，各三重複，置於 1M^3 塑膠罩內，投入定量藥劑後，罩之四週用砂塡壓，以免氣體洩出，經2、4、24、48、72小時，分別測定藥劑分解產生之磷化氫（PH_3）濃度，燻蒸3天後除去塑膠罩，取出所埋害蟲檢查死亡蟲數，同時將燻蒸稻穀量取 200ml 置於 16×8cm 玻璃筒內，放入玉米象成蟲200隻，分別用塑膠布與細布蓋上，並以橡皮圈紮緊，各三重複，3天後插入磷化氫 PH_3-0.1 測定管，吸取測定磷化氫（PH_3）之殘餘量，然後倒出稻穀檢查死蟲率。

倉庫試驗：散堆儲穀倉庫選定後，在未開始試驗前，將上述備有害蟲細布包埋置穀堆內深約 60cm 處，三重複，然後僅留1倉門供投藥人員出入外，所有門窗及一切氣孔均用牛皮紙密封，在倉庫外打開藥罐，將所需藥量帶入倉內，按投藥位置約 1.5m 距離平均分配穀堆表面。投藥用斜口投藥管插入穀堆約 1m 深處，從上端管口投藥4片，而將投藥管提起約 50cm 再投藥2片，經均勻投藥後關閉倉門，並用牛皮紙密封。另至一無投藥之稻穀倉中埋入害蟲作爲對照比較。燻蒸3天後，開倉挖出所埋害蟲帶回室內檢查。

將燻蒸處理後之細布包內害蟲，飼料糙米倒出，用篩子將所有活蟲及死蟲篩出，分別檢查各害蟲之活蟲及死蟲數，並將檢查後樣品繼續保存20天後，每隔5天檢查一次，檢視其中成蟲羽化頭數，至45天結束。

種籽處理發芽：將各種籽裝入布袋置於塑膠罩內燻蒸處理5天後，取出種籽作發芽試驗。用9cm 培養皿作發芽器，先將濾紙置於皿底，加水濕潤。 種籽先以水洗滌3次後再以蒸餾水冲洗2次，選健全種籽100粒排列於培養皿內，各5重複；另一未經燻蒸者作爲比較，移於 28°C 定溫箱內，檢查至12天爲止，每天上午9時調查其發芽數記載之。

試 驗 結 果

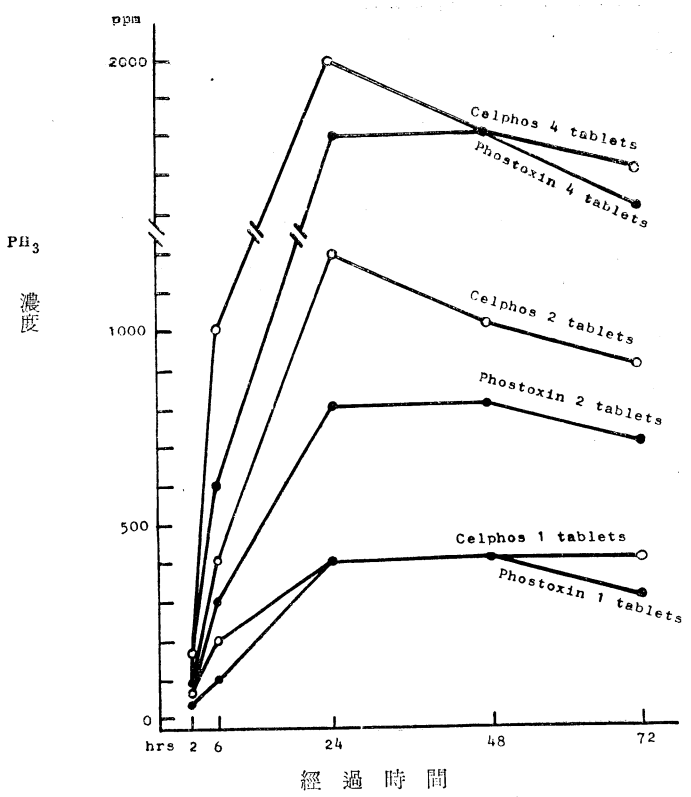
I 室內藥效試驗

表 2. 賽好勝及好達勝燻蒸處理玉米象、穀蠹、擬穀盜成蟲之試驗

Table 2. Experiment of adults of *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica* and *Tribolium castanium* fumigated with Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量 (片/M³) Dosage (tablets/M³)	供試蟲數 No. of test insects			經過時間與活蟲率(%) Period and percentage of survial		
					72 小時 72 hrs		
		玉米象 *Sitophilus zeamais*	穀蠹 *Rhizopertha dominica*	擬穀盜 *Tribolium castaneum*	玉米象 *Sitophilus zeamais*	穀蠹 *Rhizopertha dominica*	擬穀盜 *Tribolium castaneum*
賽好勝 (Celphos)	4	100	100	100	0	0	0
	2	100	100	100	0	0	0
	1	100	100	100	0	0	0
好達勝 (Phostoxin)	4	100	100	100	0	0	0
	2	100	100	100	0	0	0
	1	100	100	100	0	0	0
對照 Check	—	100	100	100	97.0	92.0	94.0

註：各處理上、中、下層合併平均數字。



圖一、賽好勝及好達勝燻蒸處理，塑膠罩中PH_3濃度之變化

Fig. 1. Comparison of PH_3 concentration in plastic chambers treated with Celphos and Phostoxin

二種藥劑各三種濃度於氣溫 28°C 下，在 1M³ 塑膠罩燻蒸72小時，在燻蒸後2小時測定其分解產生之磷化氫濃度，發現賽好勝之分解較好達勝快速，前者 PH_3 測得 200ppm ，後者僅 100ppm ，隨後逐漸增高，至第3天時已呈降低現象（圖1）。

表 3. 賽好勝及好達勝燻蒸處理玉米象成蟲之試驗

Table 3. Experiment of adults *Sitophilus zeamais* fumigated with Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量（片／M³） Dosage (tablets/M³)	供試蟲數 No. of test insects			經過時間與活蟲率（%） Period and percentage of survial		
					72 小時 72 hrs		
		上層 Upper layer	中層 Middle layer	下層 Bottom layer	上層 Upper layer	中層 Middle layer	下層 Bottom layer
賽好勝 (Celphos)	4	200	200	200	0	0	0
	2	200	200	200	0	0	0
	1/2	200	200	200	0	0	0

好達勝 (Phostoxin)	4	200	200	200	0	0	0
	2	200	200	200	0	0	0
	112	200	200	200	0	0	0
對照 Check	—	200	200	200	96.8	96.8	95.8

表 4. 賽好勝及好達勝燻蒸處理玉米象卵之試驗

Table 4. Fumigation of eggs of *Sitophilus zeamais* with Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量 (片／M³) Dosage (tablets /M³)	平均羽化成蟲數（隻） Average number of emerged adults (number of insects)					
		上層 Upper layer	指數 Index	中層 Middle layer	指數 Index	下層 Bottom layer	指數 Index
賽好勝 (Celphos)	4	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	1/2	0	0	0	0	0.3	3.9
好達勝 (Phostoxin)	4	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	1/2	0.3	3.6	0	0	1.0	12.9
對照 Check	—	8.3	100.0	6.3	100.0	7.7	100.3

雖其用藥量降低至½片／M³，燻殺玉米象成蟲及卵，均獲顯著效果（表 3～4）。

表 5. 稻穀經賽好勝及好達勝燻蒸後對玉米象成蟲之餘毒測定

Table 5. Detection of residue in grain with *Sitophilus zeamais* after fumigated with Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量 (片／M³) Dosage (tablets /M³)	塑膠布 Plastic film		細布 Gauze	
		PH_3量 (ppm) pH_3 (ppm)	死蟲率 (%) Mortality (%)	PH_3量 (ppm) pH_3 (ppm)	死蟲率 (%) Mortality (%)
賽好勝 (Celphos)	4	0.20	95.3	0	5.0
	2	0.10	82.6	0	3.0
	1/2	0.02	1.3	0	1.7
好達勝 (Phostoxin)	4	0.20	90.0	0	6.7
	2	0.06	55.3	0	3.7
	1/2	0.03	7.7	0	3.0
對照 Check	—	—	3.0	—	3.0

就稻穀經二種藥劑燻蒸處理3天後，各取出 200 ml 放入玉米象成蟲，再經 3天後測定稻穀受 pH_3 汚染殘留量，獲知不論何種藥劑燻蒸後均顯有餘毒存在（表5）。

Ⅱ 倉庫藥效試驗

表 6. 稻穀堆中埋蟲經賽好勝及好達勝燻蒸處理試驗

Table 6. Experiment of pests imbeded in granary stacks fumigated with Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量 (片／M^2) Dosage (tablets/M^3)	平均羽化成蟲數 Average number of emerged adults (number of insects)					
		玉米象 *Sitophilus zeamais*	指數 Index	穀蠹 *Rhizopertha dominica*	指數 Index	擬穀盜 *Tribolium castaneum*	指數 Index
埤頭 (Pi-tou)							
賽好勝 (Celphos)	6	1.3	2.3	0	0	0	0
好達勝 (Phostoxin)	6	0.3	0.5	0	0	0	0
對照 Check	—	56.0	100.0	66.3	100.0	21.0	100.0
田中 (Tien-chung)							
賽好勝 (Celphos)	6	1.7	4.6	0	0	0	0
好達勝 (Phostoxin)	6	1.3	3.5	0	0	0	0
對照 Check	—	37.3	100.0	73.3	100.0	23.3	100.0

在不同地區倉庫以6片／M^2於穀堆表面下約深 1m 均勻投藥密封燻蒸，經 3天後開倉，倉中空間無 pH_3 殘留現象。但穀堆內仍有 pH_3 殘留氣體存在，故對穀堆內埋放供試害蟲應有殘留燻殺效果。不論賽好勝或好達勝均有滲透燻蒸效力。除米粒內極少數玉米象卵未被燻殺而羽化成蟲外，穀蠹及擬穀盜均未再出現成蟲（表6）。

Ⅲ 種籽發芽試驗

表 7. 賽好勝及好達勝燻蒸種籽對發芽之影響

Table 7. The effect of seed germination fumigated by Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	使用藥量 (片／M^3) Dosage (tablets /M^3)	種籽與發芽率 (%) Seeds and germination rate		
		稻穀 Grain	玉米 Corn	白菜 Chinese cabbage
賽好勝 (Celphos)	6	79.5	74.4	61.7
好達勝 (Phostoxin)	6	82.2	86.2	73.0
對照 Check	—	84.8	89.2	63.5

二種藥劑對稻穀、玉米、白菜種籽燻蒸後，亦不影響其發芽率（表7）。

Ⅳ 殘粉餘毒試驗

表 8. 賽好勝及好達勝分解崩壞殘粉中之PH_3量

Table 8. pH_3 residue (ppm) in decomposed dust of Celphos and Phostoxin

藥劑 Chemicals	經過時間 (天) Period (days)	不同處理之 pH_3 量 (ppm) pH_3 (ppm) in different treatments	
		加入糙米混拌 Mixed with rough rice	殘粉 Residual dust
賽好勝 (Celphos)	0	2.0	1.4
	5	1.2	0.6
	10	1.0	0.4
	15	0.5	0.4
	25	0.3	0.2
	35	0.3	0.2
好達勝 (Phostoxin)	0	1.6	1.0
	5	1.2	0.2
	10	0.8	0.4
	15	0.4	0.2
	25	0.3	0.2
	35	0.2	0.2

註：殘粉放置室內普通環境。

藥劑分解崩壞殘粉含有 PH_3 餘毒量測定，二種藥劑以4片／M^3 燻蒸處理 3 天後，將殘粉取500mg 加入糙米混拌與未加糙米者觀之，加入糙米者則呈顯 PH_3 量較高。但放置至35天後仍有餘量約 0.2 ppm 左右（表8）。

表 9. 賽好勝及好達勝分解崩壞殘粉中之PH_3量

Table 9. PH_3 (ppm) in decomposed dust of Celphos and Phostoxin.

加水量 (c. c) Volume of water	殘粉中 PH_3 量 (ppm) PH_3 (ppm) in residual dust	
	賽好勝 (Celphos)	好達勝 (Phostoxin)
0.7	0.5	0.5
0.3	0.3	0.5
0.1	0.1	0.2
0	0.1	0.1

爲證實殘粉與水份關係，以加入清水處理結果，則發現加水可使殘粉加速分解，故 pH_3 量更高（表9）。

表10. 賽好勝及好達勝殘粉對小白鼠之毒性

Table 10. Toxicity of Celphos and Phostoxin residual dust to mice

殘粉 Residual dust	飼餵用量 (g) Feeding weight	供試鼠數 Mice No.	致死日期 (天) Living date (life long) 最短 Min.	最長 Max.
賽好勝 (Celphos)	10	2	1	5
	4	2	1	3
	1	2	4	9
好達勝 (Phostoxin)	10	2	3	3
	4	2	1	2
	1	2	10	14
對照 Check	—	2		

二種藥劑殘粉與玉米粉混拌飼餵白鼠後，均能令白鼠致死，飼餵用量高者較用量低之致死更爲快速（表10）。

討論

本省倉庫害蟲防治採用好達勝燻蒸已有十年之久[13]。新出品之賽好勝，尚無有關試驗報告。爲明瞭賽好勝燻蒸殺蟲效果，進行本試驗。在室內二種藥劑用藥量較低，以½片/M^3 經燻蒸 3天後，其磷化氫（PH_3）濃度尚有 200 PPm, 對三種倉庫成蟲及卵仍然有效。在加强磚造水泥倉庫與磚造文化瓦倉庫以6片 /M^2 燻蒸處理3天結果，磷化氫受自然環境因子之影響而頗易消失，但不論何種處理均有滿意效果。唯穀堆內挖出所埋供試害蟲即有部份卵未能殺死，事實上穀堆中殘餘 PH_3 及片劑分解崩壞殘粉分解之 PH_3 足可對卵之孵化幼蟲燻殺致死，將較試驗所獲結果更佳。種籽燻蒸處理試驗結果對發芽率亦無影響。

藥劑之品質：二種片劑形狀相似，賽好勝3～5片甚易貼着結塊，且分解速度甚快。好達勝片狀較硬而分解速度較緩。經糧食局將片劑送檢驗局分析成分結果[15][16]，所含磷化氫成分，賽好勝爲56.4%，好達勝爲55.1%，前者減少0.6%，而後者增加0.1%，與出廠標明成分略有差異。爲顧及穀倉防治使用者之安全，經將片劑埋入泥土中注入清水使迅速分解點火試驗，獲知賽好勝能繼續燃燒約2小時之久，好達勝則僅能間斷燃燒。故在倉庫投藥前者具有連續燃燒之特性，較具燃燒危險。爲操作人員安全起見，應建議廠商對該劑品質力求改善，以符合實際施藥處理之要求。

參考文獻

1. 臺灣區雜糧發展基金會 1973 南部地區雜糧倉庫害蟲燻蒸防治示範觀摩會。雜糧與畜產。3：20～21。
2. 汪守信 1967 玉米種子倉儲燻蒸試驗。種子與種苗。3（7）：10～12。
3. 巫文雄 1971 好達勝燻蒸劑。檢驗 (120)：13～18。
4. 林珪瑞 1967 洋菇堆肥藥劑燻蒸初步試驗 臺灣區洋菇試驗研究及生產改進計畫報告。（1）：63～71。
5. 林讜等 1962 Phostoxin 防治倉庫害蟲試驗 植物保護學會會刊。4（4）：196。
6. 林讜 1964 好達勝(Phostoxin)防治積穀害蟲及對種籽發芽之影響試驗。植物保護學會會刊6（4）：237～239。
7. 林自新 1966 散裝穀倉之 Phostoxin 燻蒸試驗報告 檢驗 (49)：13～26。

8. 林欉 1966 Phostoxin 對積穀害蟲防治委託試驗 55年度植物保護試驗報告94～101。
9. 林欉 1972 穀象之抗藥性與防治試驗 臺灣農業8（4）：119～123。
10. 林欉等 1975 臺灣雜糧貯藏期間受蟲害之損失及其燻蒸處理 植物保護學會會刊17（1）：142～149。
11. 林欉 1976 長角象鼻蟲之生活史及防治試驗 中華農業研究。25（1）：44～52。
12. 洪錦平 1967 外銷蒜頭之 Phostoxin 燻蒸試驗報告 檢驗（69）：68～74。
13. 臺灣省農林廳 1968 十年來（1959～1968年）植物保護推廣藥劑之變遷臺灣省政府農林廳編印：P34。
14. 原田豐秋 1962 新燻蒸劑「ホストキシン」に關する研究 農林省食糧研究所害蟲研究報告：1～81。
15. 經濟部商品檢驗局 1975 委託試驗報告：9026。
16. 經濟部商品檢驗局 1976 委託試驗報告3001。
17. 橫濱植物防疫所 1966 コクゾの學名 *Sitophilus zeamais* に變わる 橫濱植物防疫ニュース 313：P2。
18. Hollywood Termite Control Company Inc. 1970. Degesch Phostoxin for the fumigation of grain and other stored products. pp1—54.

STUDIES ON THE EFFECTIVENESS OF THE FUMIGANT CELPHOS AND PHOSTOXIN AGAINST GRANARY INSECTS AND THEIR EFFECTS ON THE GERMINATION OF SEEDS[1]

Tsung Lin and Lei-mei Horng[2]

Summary

1. In order to evaluate the effectiveness of fumigants Celphos and Phostoxin against granary insects, the fumigation experiment of these two compounds were carried out in the plastic chamber at temperature 28°C. The test insects, both adults and eggs of *Sitophilus zeamais*, *Rhizopertha dominica*, *Tribolium castanium* were imbeded in the granary stocks and fumigated for three days at the dosage of 4, 2, 1 and 1/2 tablets/M^3, respectively. The result showed that these two compounds gave an excellent effect for controlling the mentioned granary insects.

2. Another fumigation experiments were conducted in the several sealed warehouse with the exception of minor part of eggs in grain stocks could develop to adult stage. The most insects being imbeded 2-feet depth in granary stocks were killed by Phostoxin at the officially recommended dosage of 6 tablets/M^2.

3. The fumigation of either Celphos or Phostoxin seemed not affect the germination of the grain, corn and seeds of Chinese cabbage. The germination rate of these treated seeds was not lower than the untreated ones.

4. The grain treated with above mentioned fumigants at dosage of 4, 2, 1/2 tablets/M^3 were remained the residue of 0.20, 0.06 and 0.03 ppm in Phostoxin and 0.20, 0.10 and 0.02 ppm in Celphos. The residual effect of Phostoxin gave adult mortality of 95.3 %, 82.6% and 1.3% while Celphos gave the adult mortality of 90.0%, 55.3% and 7.7% respectively.

5. From the mouse feeding test, the remained fumigants which were exposed for one week, still be poisoned enough to kill mice.

葡萄不休眠栽培方法之研究[1]

黃季春[2]　鄧永興[3]

摘要　爲探求葡萄冬季生產之可行性，期供周年生產葡萄之參考，以巨峰品種爲供試材料，自9月5日至11月25日止，每隔10天修剪25株，計九處理。10月以後修剪者，因已漸進入休眠誘導期，萌芽率降低，其開花期及果實發育期又受到冷季節風的影響，果實發育不良，色澤不佳，品質不理想，但9月間修剪者，不但萌芽率高，受冷季節風之影響又較少，故產量，品質均良好，因此臺灣南部地區冬季生產葡萄，應於9月間修剪爲原則。

前　言

葡萄爲溫帶落葉果樹，冬季須經適當的休眠，翌年春天氣溫回升至 10°C 後，樹液開始活動，然後萌芽。葡萄完成休眠至開始生長，對低溫量的需求，因品種而有所差異。據 Magoon 及 Dix (1943) 兩氏謂：美國種葡萄在 7.2°C 以下的低溫，至少須經過200～300小時方可完成休眠。

臺灣南部氣溫，冬季相當溫暖，據中央氣象局 (1932～1971) 統計資料顯示：高雄地區12月～2月，平均氣溫在 18.6°C～20.1°C，10°C 以下的日數甚少，因此葡萄在南部地區的生育期很長。而葡萄的花房分化，據田野氏 (1951) 之調查：Cambell Early、Delaware、甲州、Chasselas Rose、Black Humburg 分化在五月起至六月中旬之間。臺灣葡萄萌芽較日本約早一個月以上，由此推測臺灣葡萄之花房分化必更爲提早。如能利用南部地區秋冬季溫暖的氣溫，在葡萄未進入休眠之前修剪，使其萌芽開花結果，不但可調節產期，更可提高產量，增加農民收益。

葡萄之生長，氣溫在10°C以上時萌芽，生長期中最適宜的平均溫度爲65°F(18.3°C) 以上，月平均降雨量以不超過100公厘以上爲佳；果實成熟期中的月平均溫度以70°F—85°F (21.1°C—29.4°C)，月平均雨量以不超過50公厘以上所結之葡萄果實品質最優良。依據氣象資料（表一）可推知在臺灣南部較適宜於葡萄生產之期間應爲9月～12月及2月～5月之間，而6、7、8三月爲雨季及颱風季節，病害、風害嚴重，生產葡萄較不易，故本試驗修剪日期採用九月上旬起。爲探討其可行性及明瞭可能遭遇的問題及改進的方法，故舉辦本試驗。

表一　高雄地區月平均氣溫及雨量

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均氣溫 °C	18.6	19.2	21.7	24.5	27.2	27.8	28.2	27.9	27.5	25.7	23.2	20.1
雨量（公厘）	11	16	39	54	151	417	430	365	161	40	22	14

（1）試驗報告農試字第七七七號。（2）屏東農專園藝科教授兼科主任（原鳳山熱帶園藝試驗分所技正）。
（3）臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所技佐）。

試　驗　方　法

本試驗在鳳山熱帶園藝試驗分所葡萄園進行，葡萄植株於61年秋植，採用密植栽培，畦距150cm 行距 50cm 株距 50cm ，即每公頃20,000株。62年春萌芽的枝條每株留一支，並於生長至12葉片時摘心，9月5日起，每隔10日修剪25株，至11月25日止，共九處理。修剪部位視枝條發育情形，在枝

條8—10節處修剪，並將葉片全部去掉。修剪至果實成熟期間的管理、施肥、灌溉、病蟲害防治等均按一般例行方法進行。調查項目包括：修剪期、萌芽期、萌芽率、開花期、果實着色期、成熟期、產量、品質、枝條發育情形等。

結果及討論

（一）修剪日期與萌芽之關係

表二　修剪日期與萌芽之關係

修剪日期	萌芽率	最早萌芽日期	最遲萌芽日期	平均萌芽日期	修剪至萌芽所需日數
9月 5日	100	9月11日	9月23日	9月17日	12
9月15日	100	9月21日	10月 5日	9月28日	13
9月25日	100	10月 3日	10月15日	10月10日	15
10月 5日	100	10月13日	10月26日	10月20日	15
10月15日	88	10月25日	11月 5日	10月29日	14
10月25日	92	11月 1日	11月15日	11月 9日	15
11月 5日	64	11月14日	11月26日	11月20日	15
11月15日	28	11月25日	12月 3日	11月29日	14
11月25日	4	12月10日	12月10日	12月10日	15

在10月 5 日以前修剪時，其萌芽率有 100 %，但在10月中、下旬則爲90%上下，11月上旬則減至64%，而11月中、下旬則各爲28%及 4 %，即11月以後萌芽率降低甚速，由此可推知葡萄在10月中、下旬已漸進入休眠誘導期，至11月下旬後進入休眠期，故其萌芽率顯著減低。

修剪後大致在 6 ～10天就開始萌芽，最遲者在修剪後18～21天始萌芽，而其修剪至萌芽所需平均日數爲12～15天，凡在此期間未萌芽者，則至翌年春天方可萌芽，亦即已進入休眠的芽體，在休眠未完成前，雖加以修剪亦無法萌芽，須等待至休眠完成後始可萌芽。

（二）修剪日期與開花結果之關係

表三　修剪日期與開花結果之關係

修剪日期（月日）	開花期（月日）	著色期（月日）	收穫期（月日）	成熟所需日數（日）	果房重（g）	果粒重（g）	糖度（Brix）	酸度	糖酸比
9 5	10 7	11 21	12 23	77	460	9.2	15.8	0.76	20.7
9 15	10 18	12 3	1 5	79	458	9.0	15.8	0.76	20.7
9 25	11 1	12 20	1 24	84	440	9.0	14.5	0.80	18.1
10 5	11 13	1 2	2 6	85	463	9.0	13.6	0.96	14.1
10 15	11 22	1 15	2 18	88	456	8.7	13.6	1.15	11.8
10 25	12 4	1 30	3 10	96	398	7.8	14.0	1.15	12.1
11 5	12 15	2 12	3 26	101	365	7.2	13.7	1.4	9.7
11 15	12 24	3 1	4 15	112	330	6.4	13.5	1.4	9.6
11 25	—		—	—	—	—	—	—	—

本試驗各處理修剪至開花所需日數在32～40天之間，而修剪期愈早，其所需日數有愈短之趨勢。自開花至成熟所需日數，則9月5日修剪者爲77天，而11月15日修剪者爲112天，相差35日之多，此可能與果實生育期間之氣溫高低有關，亦即氣溫愈高成熟期愈提早。

果房重及果粒重二者均以9月5日至10月15日之間修剪者爲高，而10月25日以後修剪者，其果房重及果粒重均有逐漸降低之趨勢。

糖度以9月上、中旬修剪者最高，爲15.8 (Brix)，而以11月15日修剪者最低，爲13.5°，其間有修剪日期愈遲糖度愈低之趨勢；酸度則有修剪日期愈遲而愈增高之趨勢。糖酸比以9月上、中旬修剪者最高，爲20.7，而11月中旬修剪者則僅9.6，其間差異甚大。果實色澤以9月間修剪者爲最佳，紫黑色，而10月以後修剪者則轉色不良。以上糖度、色澤、酸度之變化趨勢，可能由於修剪日期愈遲，氣溫、日照及殘留葉片數均逐漸減低或減少影響所致。11月25日修剪者雖有一株萌芽，但無花穗。

由上述結果得知，葡萄之產量及品質均以9月修剪爲最佳，而10月以後修剪者受上述不良影響，品質、產量均差。

（三）修剪日期與枝條發育之關係

表四　修剪日期與枝條發育之關係

修剪日期（月日）	最後停止生長時之枝條長度（cm）	葉片數（枚）
9 5	126	22.2
9 15	118.2	18.4
9 25	96.4	17.2
10 5	81.2	15.4
10 15	75.4	14.2
10 25	46.0	10
11 5	39.0	9
11 15	38.0	9
11 25	34.0	9

枝條長度及葉片數以9月5日修剪者最高，爲126cm 及 22.2枚，其次爲9月15日，而以11月25日修剪者爲最少，僅 34cm 及9枚，其間枝條長度及葉片數均有漸減之趨勢，亦即修剪日期愈晚者，枝條之發育愈差，此可能由於修剪較晚時，受到氣溫逐漸降低之影響，而無法進行正常的發育所致。

此外，在12月以後之冷季節風，對葡萄葉片有不良影響，輕者葉緣乾枯，嚴重者全葉枯萎，9月間修剪者在冷季節風來臨時已近成熟階段，所受風害不大，但10～11月間修剪者，冷季節風來臨時，正在開花期或果實發育期，不但影響開花結實，且葉片受傷後，更影響果實之發育及品質、產量，故其品質、產量均降低，亦即修剪愈遲所受冷風不良影響亦愈大。

綜合以上所得結果，葡萄在臺灣南部氣候環境之下，應可在秋季進入休眠之前，再修剪一次，使之再次萌芽結果（一年兩收），但修剪時期，應考慮氣象因素及休眠等問題，避免因葡萄進入休眠誘導期而致萌芽率不高，及冬季冷季節風所造成的不良影響；如枝條發育受阻，產量、品質降低等。據本試驗的結果，認爲葡萄再修剪最遲應在9月底以前完成。

參 考 文 獻

1.大井上康 1937 葡萄之研究 養賢堂。
2.吉田賢兒 1972 ブドウ栽培の實際 農山漁村文化協會。
3.小林章 1970 ブドウ園藝 養賢堂。
4.恆屋棟介 1971 巨峰ブドウ栽培の新技術 博友社。
5.桑榮美子譯 1970 葡萄栽培の基本理論 誠文堂新光社。
6.諶克終 葡萄栽培學 臺灣省菸酒公賣局。

STUDIES ON THE CULTIVATIVE METHOD OF THE KYOHO GRAPE WITH NO DORMANCY

by

Chi-chung Huang[1] Yung-shing Teng[2]

Summary

In order to realize the possibility of producing grape in winter iu Sonthern Taiwan, and to get some information as the reference for yearround production of grape, we took the variety Kyoho as material for experiment. The vines are pruned at 9 different time between September 5 and November 25 with 10 days interval. Those pruned after October showed lower rates of sprouting owing to the turning of vines into the dormancy-induced stage. During periods of flowering and fruiting they are affected by cold current and seasonal wind, so that the fruits were not welldeveloped, the fruits coloured incompletely, and the quality is inferior. Those pruned in September showed higher rates of sprouting. These were not affected by seasonal wind so much that they beared more fruits with good quality. We now suggest that pruning the grape in September is reasonable for the production of grape in winter in Southern Taiwan.

Vol. 26, No. 1 March 1977

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(*Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research*)

CONTENTS

Study on the Clay Mineral of the Soils of Paddy Field in Taiwan ..... Leung Ku Wing..... 1
Grain Yield and P-uptake of Rice Plant as Related to P-fraction in the Soils of Central Taiwan..... C. F. Lin, A. H. Chang, W. K. Wu.....25
Studies on the Improvement of Cultural Method to Meet Mechanical Harvest of Rice
I. Effect of nitrogen starvation during the early growth stages on lodging-resistance and other agronomic traits of rice .....Chao Cheng-nan.....42
Studies on the Effects of Rice Yield and Agronomic Characteristics under Low Temperature and High Humidity Conditions .....Y. Y. Chu & C. S. Lin.....51
Studies on Stem-rot Disease of Rice
I. Relations between infection and rice age, varietal difference and chemical application.....C. C. Chien.....57
Relationship between Rice and *Fusarium oxysporum* F. sp. *Lini* in the Field..... C. C. Tu, Y. H. Cheng & Y. C. Chang.....64
Studies on the Effectiveness of the Fumigant Celphos and Phostoxin Against Granary Insects and Their Effects on the Germination of Seeds.....Tsung Lin & Lei-mei Horng.....72
Studies on the Cultivative Method of the Kyoho Grape with No Dormancy.....Chi-chung Huang & Yung-shing Teng.....81

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

TAIPEI, TAIWAN, REPUBLIC OF CHINA

行政院新聞局出版事業登記證臺誌字第一四八七號
中華郵政臺字第二〇七六號登記為第一類新聞紙類

發行人 萬 雄 臺北市羅斯福路四段一一三巷五〇號
印刷所 臺灣省政府印刷廠 臺中縣大里鄉草湖