

圓筒倉貯存稻穀之研究

Study on the Paddy Silo Storage System

臺灣大學農業工程系講師

盧福明

Fu-ming Lu

臺灣大學農業工程系技士

賈精石

J. S. Jea

臺灣大學植病系副教授

侯信雄

H. H. Hou

一、前 言

全省農會現有穀倉容量在民國六十一年底約可達到八十萬公噸，此等稻谷傳統上皆貯放於平倉內，倉內貯谷高度在 5 公尺左右。據臺灣大學農業工程系於民國 65 年 7 月調查臺中縣市農會全部 150 棟谷倉結果⁽¹⁾，指出臺中縣市農會各類型谷倉中，磚造倉有 75 棟佔 50%，土塊倉 38 棟佔 25.33%，鋼筋混凝土倉 27 棟佔 18%，力霸倉 7 棟佔 4.67%，木造倉 2 棟佔 1.33%，圓筒倉乙棟佔 0.67%。另據中興大學農經研究所於民國 61 年抽取全省 42 個樣本農會進行調查 298 棟谷倉結果⁽²⁾，指出磚造倉 139 棟佔 46.64%，鋼筋混凝土倉 91 棟佔 30.54%，木造倉 22 棟佔 7.38%，力霸倉 15 棟佔 5.03%，野積倉 14 棟佔 4.70%，圓筒倉 9 棟佔 3.02%，土塊倉 8 棟佔 2.69%。

上述之調查資料中，圓筒倉係指圓筒鋁質倉庫，貯谷高度也在 5 公尺左右，仍然屬於平倉貯谷方式。有關利用具備較大垂直高度之圓筒倉 (silo) 貯存稻谷之方式仍未於本省大量推行之，但在本省雜糧業者方面，早已大量利用圓筒倉貯存雜糧，惟其每次倉貯期間皆在六個月以內。

糧食局委託各鄉鎮農會辦公糧經收保管加工業務，在稻谷貯存期間應防止稻谷受潮、發燒、蟲害、變質等，以減少因貯存所引起之損失。一般而言圓筒倉貯存穀物之優點為進出倉、翻倉及通風作業之機械化效率高，貯倉封閉性高，病蟲害之燻蒸防治處理十分簡便，可減少鼠蟲害，提高倉庫之管理效率。圓筒倉之單位倉容佔地面積比平倉為小，即圓筒倉所需建地甚小，而貯藏量大，土地利用比較經濟。

近年來由於稻谷之增產，解決倉容問題之重要性日益顯著。65 年 8 月為止，本省仍欠缺 12 萬噸稻谷倉容量。目前散裝稻谷係利用平倉貯存，如擬建倉庫，因平倉佔地大，提供合適建地較為不易，因而有

造成影響建倉計劃推行之可能性。目前臺灣省糧食局建倉方式為分散在各鄉鎮農會，興建約一百坪之小倉庫，實際上，目前已有部份位於大都市邊緣之鄉鎮農會因不能提供適當地點，如地價便宜，鄰近碾米加工廠等條件之建倉基地，而配合不上糧政機關之補助建倉計劃，以致影響改善稻谷倉容計劃之推行。

國外已有利用圓筒倉貯存稻谷。本文即針對提高進出倉及翻倉作業機械化之效率及減低單位倉容佔地面積和提高谷倉管理經營效率之目的，探討在本省氣候條件下，推廣利用圓筒倉長期貯存稻谷之可能性並分析其經濟效益，以供今後改善谷倉計劃之參考。

據農復會，糧食局與臺灣區雜糧發展基金會之調查結果指出⁽³⁾，截至民國六十二年十二月底全省有關穀類倉庫其總倉容量約為二百零八萬公噸，加上六十二年及六十三年臺灣區雜糧發展基金會補助興建倉庫容量約五十二萬公噸，合計為二百六十萬餘公噸。

由調查結果顯示至六十三年六月底，臺灣區穀類倉庫共有 2795 棟，其中圓筒倉有 95 棟，占總棟數之 3.4%，其倉容量為六十餘萬公噸，佔 23.3%⁽³⁾。

圓筒倉以民營佔絕大多數，其容量合計佔圓筒倉庫總容量 76.7% 之多，其次公營倉庫佔 20.5%，農會最少，僅佔 2.8%，農會圓筒倉皆為配合其飼料工廠之作業，做為玉米、高粱貯存倉庫。

在已知 95 棟圓筒倉中，米穀業 (農會) 有 5 棟，佔 5.26%，容量為八千二百公噸，佔 0.66%，每棟平均容量為八百公噸。麵粉業有 29 棟，佔 30.53%，容量為十八萬四千一百公噸，佔 30.4%，每棟平均容量為六千三百四十八公噸。飼料業有 25 棟，佔 26.32%，容量為二十萬八千二百公噸，佔 34.38%，每棟平均容量為八千三百二十八公噸。製油業有 28 棟，佔 29.48%，容量為九萬三千一百公噸，佔 15.38%，每棟平均容量為九千一百五十公噸。酒廠有 4 棟，佔 4.21%，容量為七千三百公噸，佔 1.21%，

每棟平均容量為一千八百二十五公噸，港務局有 2 棟，佔 2.1%，容量為九萬零五百公噸，佔 14.95%，每棟平均容量為四萬五千二百五十公噸。

截至 63 年全省圓筒倉庫之庫齡在 4~5 年者有 10 棟，佔 24.39%，容量九萬五千一百公噸，佔 36.41%，庫齡 6~10 年者有 3 棟，佔 7.32%，容量一萬一千二百公噸，佔 4.29%，庫齡 11~15 年者有 4 棟，佔 9.75%，容量二千八百公噸，佔 1.07%，庫齡 16~20 年者有 1 棟，佔 2.44%，容量有一千一百公噸，佔 0.42%，庫齡 31 年以上有 1 棟，佔 2.44%，容量一千三百公噸，佔 0.5%，由上項資料知本省使用之圓筒倉之庫齡愈淺，棟數愈多，此顯示出圓筒倉貯存穀物之方式已漸趨普及。

本省雜糧業之圓筒倉之使用情形一般每 3~6 個月期間為一貯轉，即貯存期限在半年以內，屬於短期貯存穀物。由 62 年全年利用率分析可得如下之結果，總共 41 棟圓筒倉中利用率未滿 20% 者有 1 棟，20~40% 者有 1 棟，40~60% 者有 14 棟，60~80% 者有 7 棟，80% 以上者有 18 棟。每棟圓筒倉一般由 4 支以上之圓筒所組成，有些麵粉或飼料工廠其圓筒倉係由 20~40 支圓筒連成，每支圓筒容量約為 400~500 公噸。

據臺灣區雜糧發展基金會統計資料指出，截至民

國 65 年上半年為止，所有內陸雜糧倉庫總容量 168 萬噸中圓筒倉容量為 531,789.9 公噸佔 32%，而在 62 年前僅佔 14%，可見圓筒倉逐漸受到雜糧業的注重。

於日本農村將圓筒倉與稻米乾燥設備和加工設備集合一齊，構成一大規模稻谷貯存加工中心 (country elevator)。日本在 1972 年使用圓筒倉貯存稻谷總容量為 18.7 萬公噸⁽⁴⁾，其中鋼筋水泥圓筒倉佔 66%，鋼板圓筒倉佔 34%。以組成圓筒倉之每支圓筒為單元時，全日本共有 765 支圓筒，依每支圓筒倉容來區分，50 噸以下 40 支佔 6.27%，100~150 噸 72 支佔 9.41%，200 噸 35 支佔 4.58%，225 噸 50 支佔 6.54%，250 噸 468 支佔 61.18%，300 噸 20 支佔 2.61%，375 噸 8 支佔 1.05%，500 噸 64 支佔 8.37%，此顯示出日本國內所有圓筒倉中仍以每支圓筒貯存容量為 250 噸者佔較大部份。

據筆者調查結果，目前有五處農會有圓筒倉設備，總計倉容為 24,000 公噸，每支圓筒容量為 500 公噸，農會興建圓筒倉之目的主要配合飼料工廠之運轉予以貯存玉米、高粱等雜糧。目前僅朴子、草屯兩農會利用圓筒倉貯存稻谷，本研究報告即在朴子鎮農會所實施之倉貯試驗結果，各農會圓筒倉調查結果如表 1 所示。

表 1 省農會所轄飼料聯營廠圓筒倉庫調查結果

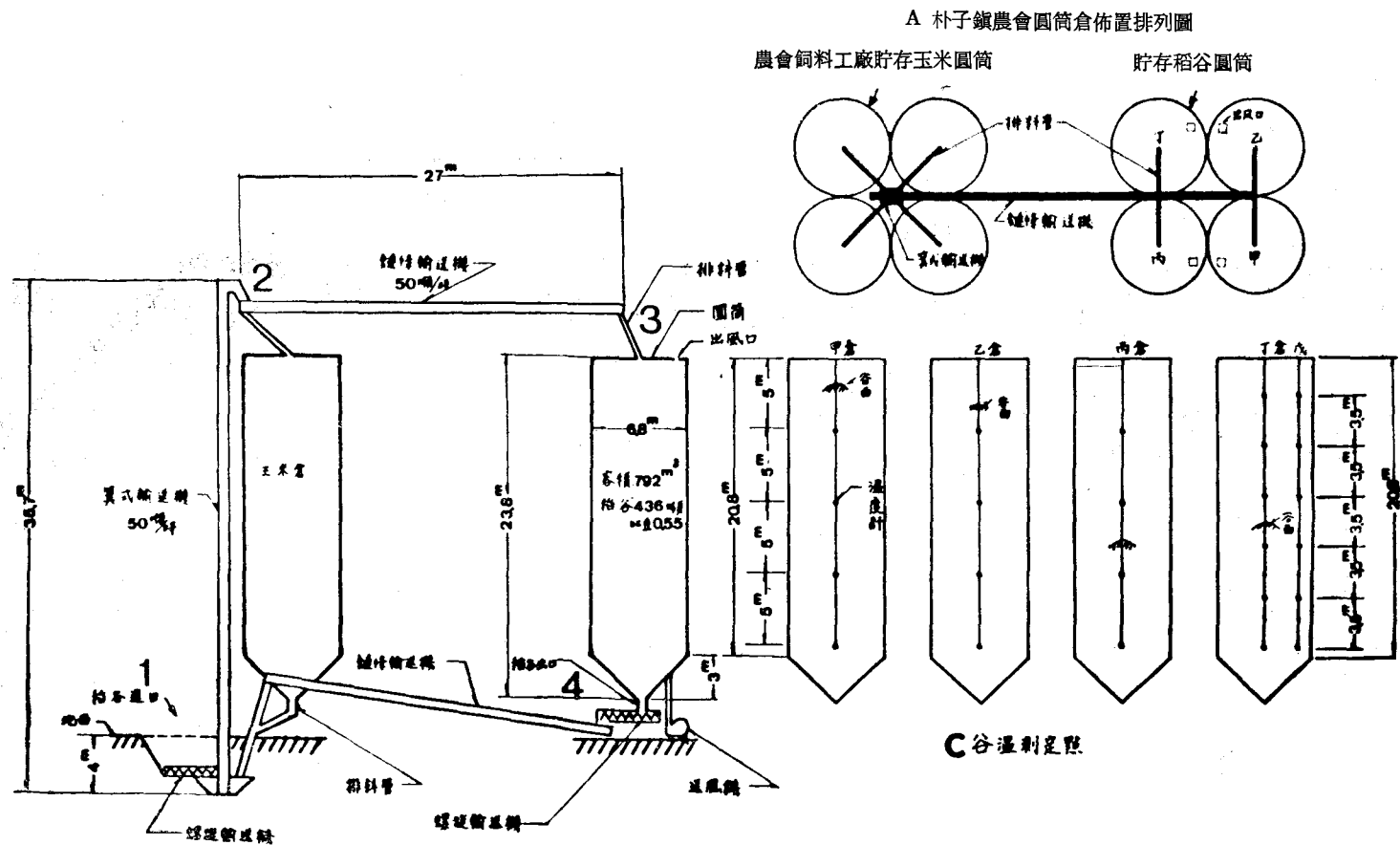
農會別	筒數	容量 (公噸)	圓筒尺寸		建造日期	造價 (元)				造價/ 公噸	現存物 料類別
			內徑 (m)	高度 (m)		土 木	機 械	電 氣	合 計		
臺灣省農會飼料廠	16	10,000	6.80	27.00	61. 6. 26. 63. 3. 18.	17,777,161.97	6,944,383.11	1,069,017.00	25,790,562.08	2,579.06	玉米、高粱
草屯鎮農會	4	2,000	6.80	27.00	63. 3. 18.	7,215,000.00	2,660,000.00	620,000.00	10,495,000.00	5,241.50	玉米、高粱、 稻谷
善化鎮農會	8	4,000	6.80	27.00	61. 6. 26. 63. 3. 18.	8,828,806.00	2,347,660.00	859,000.00	12,035,466.00	3,008.87	玉米、高粱、 稻谷
朴子鎮農會	8	4,000	6.80	27.00	61. 6. 26. 63. 3. 18.	9,723,369.00	2,351,096.00	600,000.00	12,674,465.00	3,168.62	玉米、高粱、 稻谷
斗南鎮農會	8	4,000	6.80	27.00	61. 6. 26. 63. 3. 18.	9,179,671.29	2,473,174.00	600,000.00	12,252,845.29	3,063.21	玉米、高粱

二、試驗材料及方法

1. 圓筒倉構造設備

朴子鎮農會提供貯谷試驗用之圓筒倉工程係於民國 64 年底建造完工，共有 8 支圓筒，分兩期建造，第一期 4 支圓筒於 61 年 6 月開工，第二期工程於 63

年 3 月間工，因第二期工程所建之圓筒係利用第一期工程所建圓筒倉之進倉用箕式運輸機，故第二期所建四支圓筒之中間可再利用為中間小筒供貯穀之用。朴子鎮農會圓筒倉佈置排列情形如圖 1—A 所示。目前該農會利用圓筒倉之情形可分為貯存玉米和稻谷等兩類用途。



B 圓筒倉進倉出倉翻倉流程

圖 1 朴子鎮農會圓筒倉

圓筒倉係鋼筋混凝土建築每一支圓筒內徑 6.8 公尺，圓筒出料漏斗口到筒頂高度即穀物最大貯存高度為 23.8 公尺，圓筒壁 20 公分厚，容積 792m³，可貯存稻谷 336 公噸（稻谷比重為 0.55），或貯存 500 公噸玉米（比重 0.70）。供貯谷試驗用之圓筒倉係第二期新建者，稻谷之進倉翻倉作業需借用第一期所建玉米圓筒倉之輸送設備，每次進倉稻谷或翻倉時必須週詳清理輸送設備，以防止輸送機內殘留玉米粒落入稻谷圓筒倉而影響貯存稻谷品質。

本試驗中稻谷之進倉、出倉和翻倉作業方法如圖 1-B 所示。進倉時將稻谷投入稻谷進口 1 位置，經

由螺旋輸送機送進箕式輸送機底部，由箕式輸送機出料口 2，經由吸塵機除去部份土塵再運到鏈條輸送機上，橫向輸送稻谷至右端，經由排料管 3 落入圓筒內。出倉時由圓筒出料漏斗底部 4 出料，經由螺旋輸送機輸送到倉外。翻倉時則自稻谷出口經由螺旋輸送機，鏈條輸送機輸送稻谷到箕式輸送機底部，再循進倉過程搬運稻谷到其他圓筒內。設計之進倉與翻倉之速率為每小時 50 公噸穀物。

每支圓筒底部有一送風口連接送風機，通風作業時，外界空氣由下往上經谷層上升至圓筒頂端，經由出風口溢出倉外。

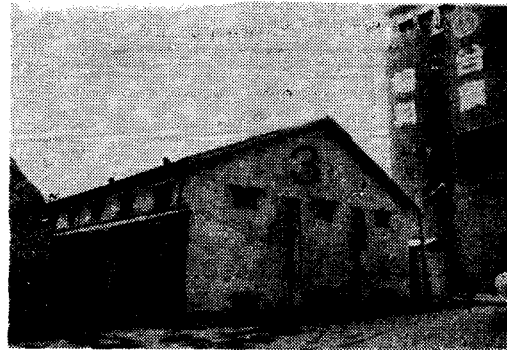
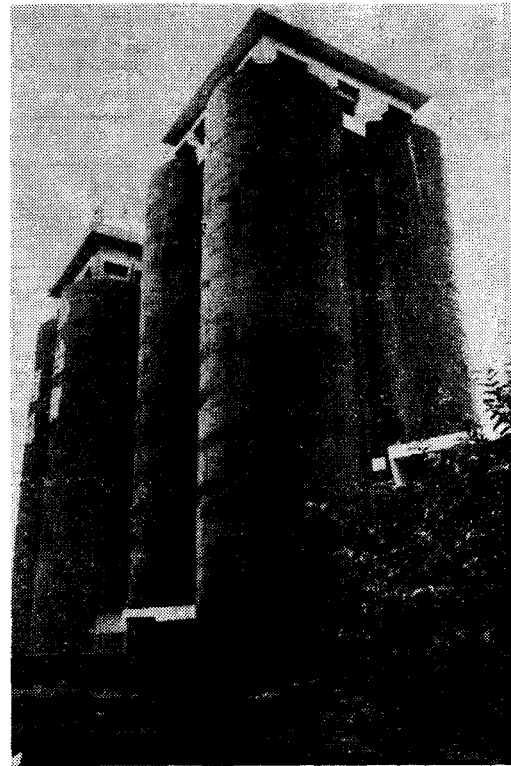
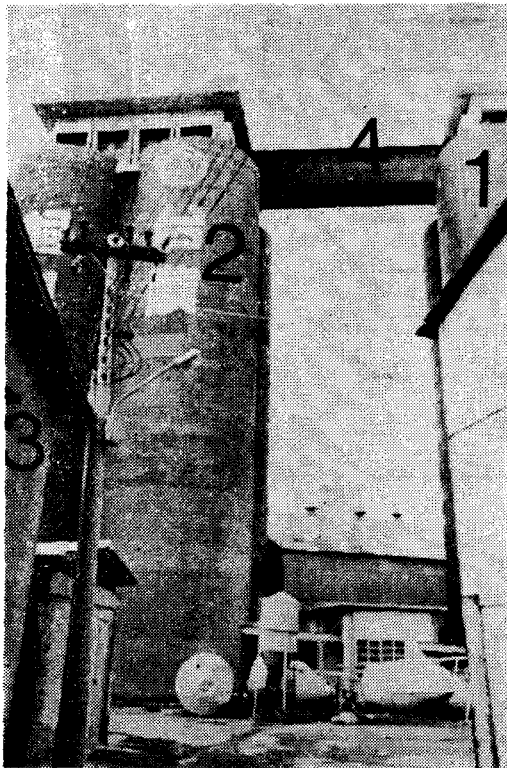


圖 2 朴子鎮農會圓筒倉及試驗對照平倉

通風機性能為通風量 $60\text{m}^3/\text{min}$ ，風壓 400mm 水柱，使用馬達為 220V ， 36amp 、 11kw 。進倉出倉和翻倉機械，通風機械和吸塵機之聯合總動力為 64 馬力，各別作業所需使用之動力為進倉作業動力 39HP ，翻倉作業動力 49HP ，通風作業動力 15HP 。

本次試驗計利用甲、乙、丙、丁四支圓筒倉，每支圓筒內安置熱電式溫度計於圓筒中心以量測上中下各層谷溫，自圓筒頂面量起，每一溫度測定點之距離，於甲乙丙三筒為 5 公尺，於丁筒為 3.5 公尺，於

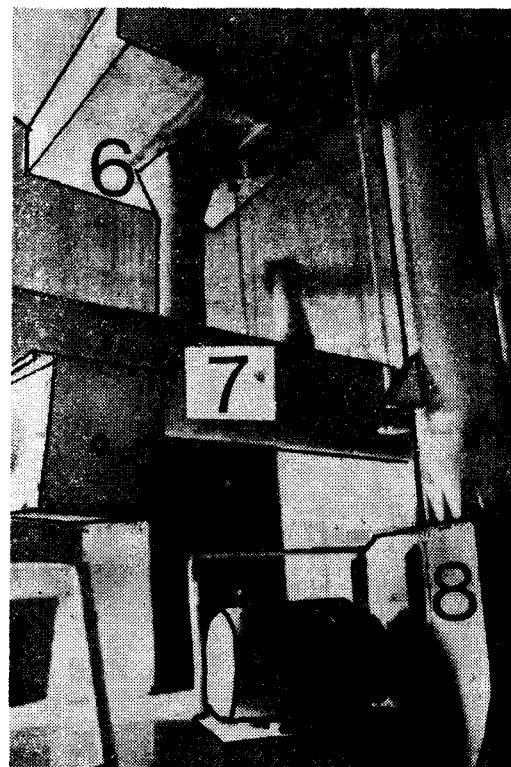
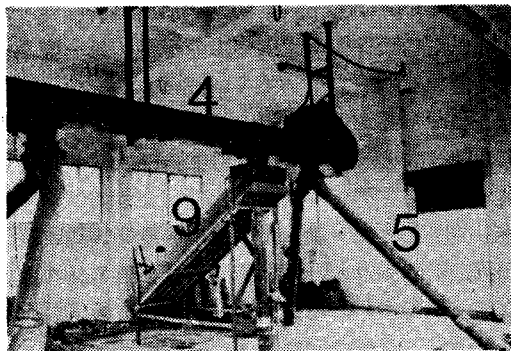


圖 2 朴子鎮農會圓筒倉及試驗對照平倉 (續)
(1)試驗用稻谷圓筒倉(2)玉米圓筒倉(3)對照平倉(4)鏈條輸送機(5)排料管(6)圓筒底部稻谷出口(7)螺旋輸送機(8)送風機(9)篩網

丁筒側壁另置一組溫度測定裝置，溫度指示器裝於圓筒倉底部，溫度測定點如圖 1—C 所示。

本次試驗之對照平倉為朴子鎮農會 8 號倉，建坪 100 坪長 26.4 公尺，寬 12.7 公尺，現存 65 年 1 期蓬萊稻谷 $763,163$ 公斤。進倉日期為 65 年 7 月 8 日到 15 日。該對照平倉係朴子鎮農會最優良之平倉，雙層壁中間有空氣隔層，地板具有通風槽，並設有窗形吸排兩用通風機 10 台。

本次試驗所用之圓筒倉與平倉如圖 2 所示。

2. 試驗步驟

有關執行本試驗之準備工作及取樣測定工作分述如下

(1)進倉前：

本試驗使用甲乙丙丁四支圓筒，及圓筒倉旁邊之對照平倉一棟進行貯谷試驗，由於朴子鎮農會第二期所建圓筒倉 尚未貯放過任何穀物，故於進倉前由圓筒頂用吊工人到圓筒底部清除施工中所殘積之塵土泥渣，並施用好達勝 (Phostoxin) 燻蒸劑，燻蒸各支圓筒空倉。另利用馬拉松粉劑消毒各輸送機械及進料排料管。

(2)進倉作業：

於民國 65 年 10 月 13 日至 19 日 7 天之內進倉一期蓬谷量共計 $1,146,258$ 公斤，分別貯存於甲倉 $398,869$ 公斤，丙倉 $405,782$ 公斤，丁倉 $341,607$ 公斤，乙倉備留為翻倉用之空倉。平均每天進倉 165 公噸稻谷，進倉機械正常輸送稻谷速率約為 40 噸/時，進倉時由倉頂排料管定時施放巴拉松劑隨同稻谷進入倉內以施行稻谷消毒工作。對照倉為 100 坪平倉，貯存 65 年 1 期蓬谷 763 噸，其進倉稻谷處理方式依照農會進倉稻谷慣例實施之，對照平倉有窗形通風扇抽出倉內熱氣，內外牆壁夾有空氣層，此為朴子鎮農會最優良之平倉。

(3)儀器設備及取樣方法：

使用多點式溫度指示劑 (NIEUWKOOP · B · V · model AS-100 multi-point thermistor thermometer) 記錄圓筒倉，對照平倉之谷溫及倉外大氣溫度。另使用乾濕球溫度計測大氣溫度。量測時間為每日上午十時。圓筒倉谷溫測定點如圖 1—C 所示。

稻谷品質之分析所需樣品於進倉時每日抽取樣本稻品，於進倉後定期取樣，約 3 個月取樣一次，使用真空吸穀機 Cargill Probe-A-Vac Pneumatic

Grain Sampler，自圓筒倉谷面向下抽取各層稻谷，取谷位置為表層、上層（表層下 3 公尺），中層（表層下 6 公尺），下層（表層下 9 公尺）和底層（表層下 12 公尺），由於現有真空吸穀機取樣管支數有限，最深僅可取樣到稻谷表層以下 12 公尺。目前已向國外增購 10 支取樣管，每支長 1.2 公尺，本年七月份起利用臺大農工系所有之真空吸穀機時最高深度可取樣至表層以下 25 公尺，每層抽取稻谷樣本約為 800 公克。對照平倉取樣點為表層、上層（表層以下 2 公尺），底層（表層以下 4 公尺）。有關測定所用儀器設備如圖 3 所示。

(4) 通風與翻倉作業

為防止貯谷溫度高升形成發燒現象，通風與翻倉作業為必須之防制方法，視各支圓筒倉內谷溫之變化而行機動性之通風，每次通風時間約為 8 小時。66 年 1 月 25 日第一次翻倉丁筒稻谷轉貯於備用之空圓筒乙，實際翻倉速率為每小時 30 噸稻谷比進倉速率為低。翻倉時於倉頂增設一篩網（圖 2）以分離部份塵土及糠谷。為配合探討不同谷層深度影響通風之效

果，也於第一次翻倉時將丙筒貯谷轉貯一部份到丁筒，故自 66 年 2 月到 6 月止各貯谷深度為甲筒 21 公尺，乙筒 20 公尺，丙筒 10 公尺，丁筒 12 公尺。對照平倉貯谷高度為 4.5 公尺。

(5) 稻谷品質分析方法：

抽取稻谷樣本之品質分析工作於試驗室實施之，品質分析包括測定稻谷含水率，發芽率，呼吸率和微生物相之變化，其測定方法如下：

含水率之測定方法：每一樣品各取 10g，置於稱量瓶內，105°C 烘乾 24 小時，取出存於乾燥器內冷卻後以電動天秤稱重而求得水分含量，每一樣品水分含量值為三重複之平均值。

發芽率測定方法：每一樣品取 50 粒稻穀，經自來水沖洗數次後，以無菌水再沖洗二次後，置於過氯酸鈉（4%）溶液中浸漬 1 分鐘行表面消毒，再以無菌水沖洗二次後，無菌濾紙將多餘液體吸乾，置入殺菌之培養皿內，並以無菌濾紙及無菌水保持其內之水分，置於 28°C 培養箱中一星期後計算其發芽率，本試驗為二重複之平均值。

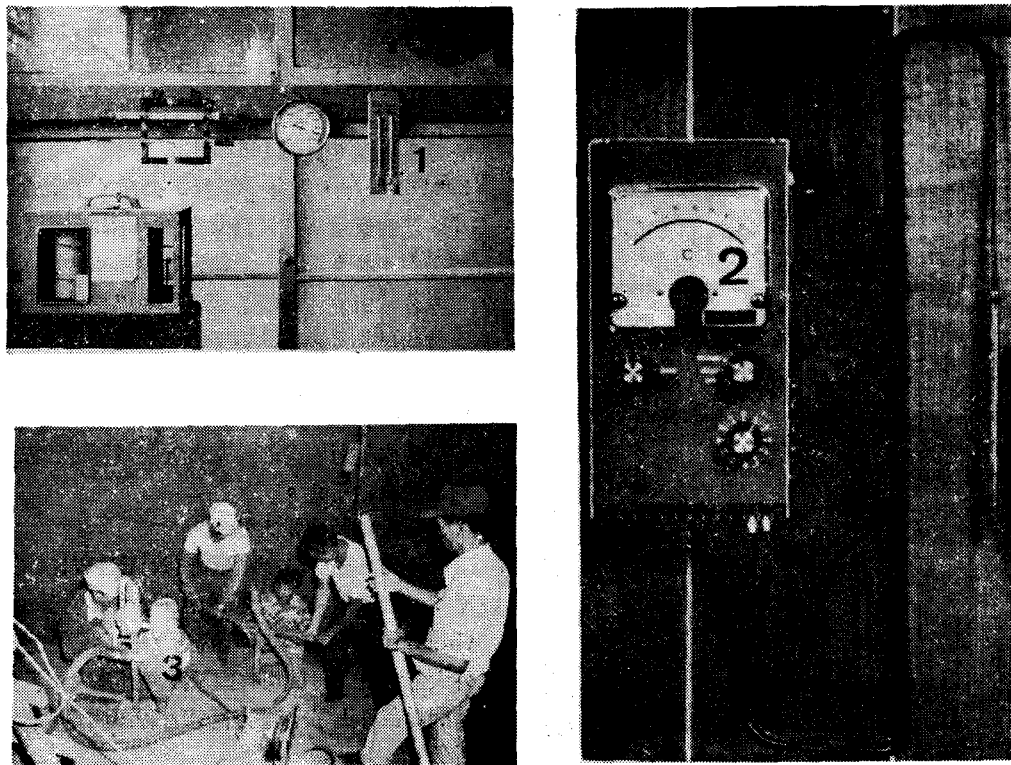


圖 3 儀器設備及取樣情形
(1) 乾濕球溫度計 (2) 谷溫記錄器 (3) 取樣機

呼吸率之測定方法：各樣品取 2 克置於 Warburg Manometer 之三角瓶內，並加以 1.8ml 蒸餾水，放出之二氧化碳則以 20 % KOH 吸收，28°C 之下測定其呼吸率， QO_2 之計算以每 2 克樣品，每小時吸收之氧氣 (ul) 表示之，為二重複平均值。

微生物相之調查：將適量之穀粒放在三角瓶內，加入蒸餾水後搖動之，如此沖洗並換水 20 次，以便除去附著於表面之真菌孢子或其他微生物，經以無菌濾紙吸乾水分後，將稻穀置於盛有 Czapek's agar 培養基上，每一培養皿放五粒，五重複後共 25 粒，28°C 下培養 7 至 10 天，並以 neo-UV 燈光每天照射 12 小時，觀察微生物生長情形，再行分離鑑定，記錄之。

三、結 果

本試驗所用之圓筒倉之稻谷係 65 年 1 期蓬谷，於 65 年 5、6 月間收割而於 10 月中旬由農民繳交朴子鎮農會進倉貯存之。本結果分析報告係貯存期間到 66 年 6 月為止，8 個月貯存資料為基準，長期貯存 1 年或 1 年半以上之結果報告待以後再行提出。

1. 稻谷溫度之變化：

影響稻谷貯存品質好壞之因素，最主要者為稻谷溫度與含水率二因素。由於此二因素的消長連帶的影響到稻谷之病蟲害發生率、呼吸率、發芽率等其他稻谷品質。

月平均稻谷溫度如表 2 所示。有關朴子鎮及其鄰近地區新港、臺南之累年平均氣溫與大氣相對濕度列如表 3。

圓筒倉甲筒進倉當月 (10 月) 上層平均谷溫為 29.4°C，進倉後雖然外界氣溫逐漸下降，但 11 月谷溫反而高達 35.7°C 比進倉時高出 6.3°C。丁倉進倉後之上層谷溫為 28°C，以後谷溫即隨外界氣溫之下降而下降，並無類似甲倉谷溫先升高再隨外界氣溫之下降而下降之現象發生。甲倉貯谷高度為 21 公尺，而丁倉谷層深度僅 12 公尺。貯谷時間增長甲、丁二倉上層谷溫之差距即逐漸縮小，11 月到 3 月甲丁倉間之溫差為 6—8°C 而 4~6 月時兩者溫差即降為 2~4°C，此一現象顯示出在圓筒倉貯谷之初期，各支圓筒之間其貯谷量即谷層高者谷溫較高，谷層低之圓筒其谷溫低，但經過大約 6 個月貯存期後貯谷量不

同之各支圓筒之各別谷溫即趨一致，此現象或可歸因於高谷層具較大密度，谷層間熱氣較難靠通風方式或空氣自然對流現象排出倉外，因此稻谷一進倉後即居於高溫狀態。谷層低者密度低，散熱容易，但隨著貯存時間之增加，谷粒靠本身重力，逐漸增加倉內稻谷密度而降低通風與對流之效果，致使谷溫逐漸升高。

圓筒倉甲、乙、丁各筒上中下底層谷溫 and 對照平倉谷溫之變化趨勢如圖 4, 5, 6, 7 所示。一般而言，圓筒倉和平倉內谷溫都隨著大氣溫度之升降而升降，但大氣溫度的變動對於圓筒倉谷溫的影響較為明顯，而平倉受到大氣溫度之影響較小，自 65 年 10 月到翌年 6 月間平倉各月谷溫一直維持在 30~37°C 之間，比大氣溫度高出 3~17°C；同一時期圓筒倉谷溫變動範圍為 20~37°C 之間，比大氣溫度高出 1~15°C。此段期間大氣溫度由 10 月 25.5°C 降到 2 月之 14°C 再回升到 6 月之 28.4°C，氣溫變動範圍為 14~28°C 之間，是故圓筒倉谷溫受到季節性氣溫變動之影響較為顯著，即圓筒倉谷溫之變動與大氣溫度之變動之相關性較大，也即圓筒倉稻谷對於氣溫之變動較為敏感。

由圖 4, 5, 6 所示之圓筒倉各層谷溫也可看出中間層谷溫較上下層為高之趨勢，綜合本省雜糧業者利用圓筒倉貯存雜糧之經驗，圓筒倉貯藏穀物中間層穀溫也有偏高之趨勢⁽⁵⁾，在一定空氣濕度下，穀溫隨著氣溫之升高而上升；在氣溫一定之下則大氣濕度高，穀溫也高，此與本試驗有相互吻合之處。

比較圓筒倉各筒間貯谷之最高溫度與對照平倉貯谷溫度之結果如圖 8 所示，在 2 月前即秋冬季大氣溫度逐漸降低時圓筒倉內最高谷溫低於平倉谷溫，但自 3 月以後春夏季氣溫回升期間，圓筒倉內最高谷溫即超過平倉谷溫，但圓筒倉最低谷溫仍低於平倉谷溫。由圖 8 可以看出圓筒倉之最高谷溫與氣溫之相關性大，秋冬季時圓筒倉與平倉谷溫相差較大，而在春夏季時其差異性較少。由表 2 看，一般而言本試驗中於圓筒倉貯谷 8 個月期間，因谷層深度之不同，而使各層谷溫比平倉為低或相同於或略高於平倉谷溫，在 4 月以前氣溫在 26°C 以下時圓筒倉谷溫大都低於平倉谷溫，但在 5 月以後氣溫升高到 28°C 以後則反之，欲使圓筒倉谷溫較平倉為低，可採用強制通風方式。

表 2 圓筒倉與對照平倉谷溫(攝氏)

年 月 份	大氣溫度	大氣濕度	圓筒甲倉				乙倉				丁倉				對照平倉					
			上層	中層	下層	底層	上層	中層	下層	底層	圓筒中心		圓筒邊		上層	下層				
											上層	中層	下層	底層			上層	中層	下層	底層
65年 10月	25.5	—	29.4	—	—	—	空	倉	—	—	—	—	28	28.2	27.3	27.3	36.5	36.5		
11月	20.9	73.3	35.7	—	—	—	空	倉	—	—	—	—	27	26.4	25.8	26.4	36.7	36.7		
12年	18.8	76.8	27.4	—	—	—	空	倉	—	—	—	—	21.2	20.4	20	20.4	34.3	34.2		
66月 1月	14	72.3	—	—	—	—	空	倉	—	—	—	—	20.8	20.4	20.1	20.6	31.1	31.1		
2月	14	72	—	—	—	—	23.3	24.8	22.7	20.3	24.2	25.2	19.4	—	23.4	26	22.4	21.5	29.9	29.9
3月	22.5	69	31	26	21	—	24.8	21	23.5	21.8	25.3	27	28.5	—	23.8	26.5	28	23.5	30	30
4月	26	74.3	27.3	27.5	30.6	—	28.3	27.2	28.9	31.9	31.4	32.1	31.1	—	30.5	31.8	30.4	28	31.5	31.1
5月	28.6	77.5	32	35.2	36	—	31.6	34.7	35.2	35.9	33.4	34.2	36.2	—	33.7	34.4	34.5	30.6	33	31.9
6月	28.4	84.6	34.1	37.2	36.9	—	35.9	34.4	34.8	36.5	36.6	37.7	36.1	—	34.8	34.8	34.6	29.4	35.1	34.4

- (註) (1)表內打一者係溫度探針故障與沒安裝溫度探針之部份。
 (2)資料缺失1月份資料為5日~15日平均值,2月份係3日~11日平均值,3月份係17,21日平均值。
 (3)圓筒倉上中下底層如圖1-C所示。
 (4)對照平倉谷溫測量位置自倉內地面量起2公尺高為下層,4公尺高為上層。
 (5)因支持溫度探針鋼索斷掉,圓筒丙倉目前僅能記錄谷面上之氣溫,故不列入本表。
 (6)圓筒倉於65年10月中旬進倉,對照平倉於65年7月中旬進倉。

表 3 朴子鎮及鄰近地區年平均氣溫與大氣相對濕度

地 區	項 目	月 份												平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
*新港	平均氣溫	18.7	19.4	21.0	23.0	25.3	26.8	27.9	27.5	26.6	24.5	22.3	20.1	23.6
	平均相對濕度	78	80	82	84	86	86	83	83	83	78	77	77	81
**朴子	平均氣溫	16.3	17.0	19.9	23.9	27.1	28.0	29.1	28.6	27.8	25.5	22.4	18.7	23.7
	平均相對濕度	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*臺南	平均氣溫	17.1	18.1	21	24.2	27.3	28.1	28.6	23.8	27.8	25.4	21.9	18.7	23.9
	平均相對濕度	81	81	80	81	81	85	83	85	84	81	82	83	82

註: * 氣象局測候所 1951—1960 資料
 ** 嘉南農田水利會朴子工作站資料 (1960—74) 缺相對濕度資料

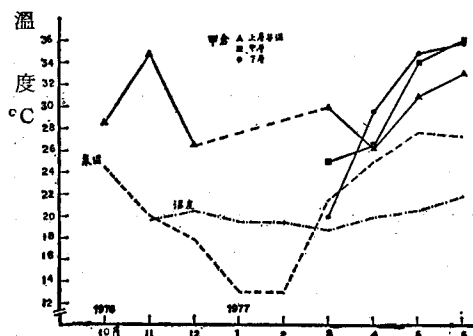


圖 4 圓筒甲倉谷溫變化

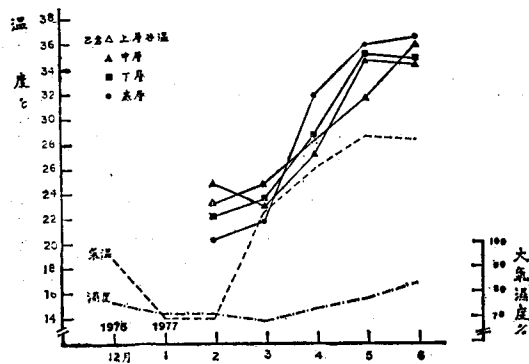


圖 5 圓筒乙倉谷溫變化

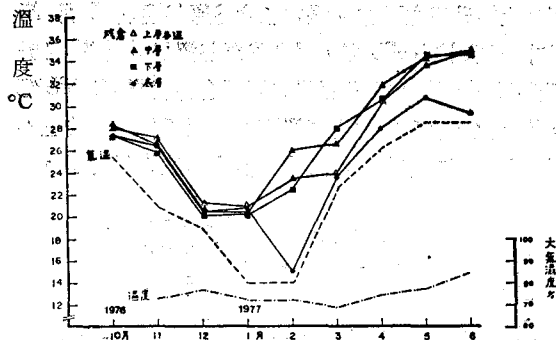


圖 6 圓筒丁倉谷溫變化 (靠近筒壁三谷層)

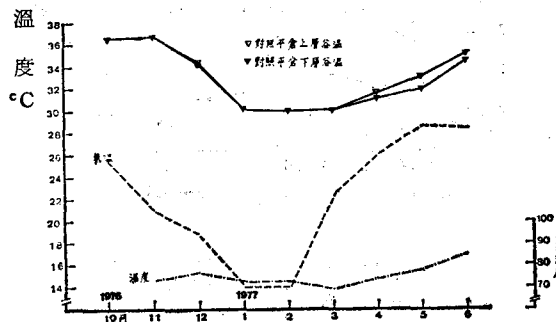


圖 7 對照平倉谷溫變化

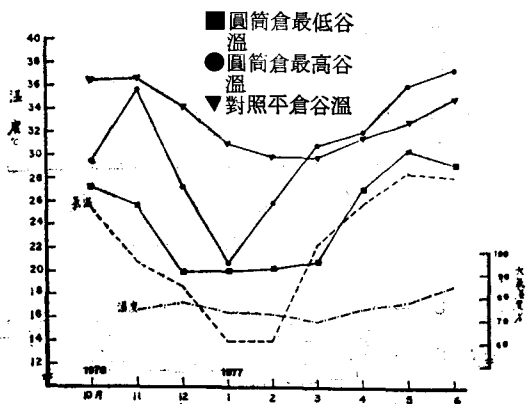


圖 8 圓筒倉稻谷最高溫度與平倉谷溫之比較

2. 翻倉對於谷溫之影響

翻倉係將某一倉內稻谷全部出倉轉貯於另一倉之作業。翻倉時經由稻谷之流動可攪混倉內不同部位之貯谷因而可消除貯倉內之溫度及稻谷含水率較高之熱點而制止貯谷之進一步敗壞。如在外界氣溫低時實施翻倉作業，更有大幅度降低谷溫的效果。翻倉之另一優點為可在翻倉過程中檢視貯谷品質。因為翻倉作業費工費時，且易增加輸送機械及貯谷之磨損，所以降

低谷溫一般仍多採用強制通風方式避免多次翻倉。

本試驗於 66 年 1 月 25 日首次翻倉，翻倉速率約 30 噸/時，將圓筒倉丁筒貯谷轉貯於乙筒內，另將丙筒稻谷一部分翻倉到乙、丁筒，甲筒沒實施翻倉。翻倉後各筒貯谷高度為甲筒 21 公尺，乙筒 20 公尺，丙筒 10 公尺，丁筒 12 公尺。由表 2 與圖 9 指出丁筒翻到乙筒後，乙筒 2 月份谷溫反比丁筒 1 月份谷溫為高。其原因為乙筒貯谷較多，谷層較高，所以谷層間熱氣不易靠通風或對流作用溢出倉外，因而較易抬升谷溫，此現象與進倉當時谷層較深之甲筒谷溫高於谷層較低之丁筒谷溫之現象相同。翻倉後乙、丁筒谷溫到 3 月為止仍低於未經翻倉之甲筒谷溫，4 月以後翻倉與未翻倉之各支圓筒谷溫即趨一致。翻倉後稻谷密度（壓實性）低，而未翻倉之稻谷壓實性仍大，比較甲乙筒谷溫之結果，如圖 9，翻倉後二個月之內谷溫較未翻倉者為低，即翻倉作業對於降低谷溫之效果約可維持到翻倉後二個月之內，二個月後或由於谷層密實性之增加，稻谷呼吸熱之集聚與外界氣溫之回升等因素之作用而逐漸抬升谷溫。

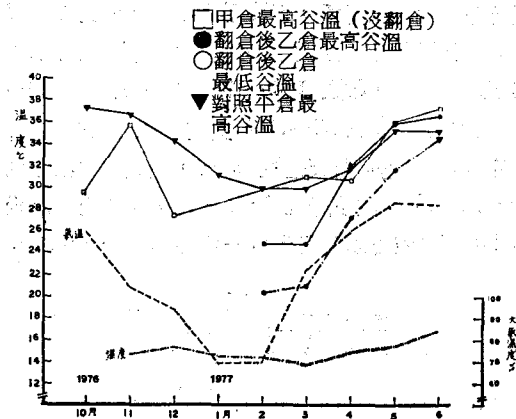


圖 9 翻倉與未翻倉之稻谷溫度比較

3. 通風與谷溫變化

自 65 年 10 月中旬進倉到 66 年 6 月底止，圓筒倉各支圓筒施行通風之次數分別為甲倉 15 次共 121 小時，乙倉 10 次共 77 小時，丙倉 8 次共 60.5 小時，丁倉 13 次共 95.5 小時。平均每筒每次通風 7.7 小時，通風時間一般在上午 8 時到下午 6 時之間。

通風機風壓 400mm 水柱，送風量為 60m³/分，如每支圓筒貯谷最大量以 436 公噸計算則圓筒倉之通風量為每噸稻谷 0.132 公尺立方/分即 0.132CMM/Ton。有關貯谷通風量之標準於日本約為每公噸稻谷 0.15CMM，美國為 0.062~0.124CMM。

通風機由圓筒底端送風進入倉內，流經谷層而由圓筒上部出風口溢出倉外，通風時於倉頂出風口可感覺微風吹出。

通風時由於谷層間熱氣由底向上層移動，故開始通風後上層谷溫變化一般都呈先升後降之現象，而中間層谷溫則隨通風時間之增加而呈遞減之趨勢。夜間大氣相對濕度高不適於通風，但如連續白日通風數天仍無法降低谷溫時，仍可勉強採行夜間通風方式，一般而言谷溫比外界氣溫高時，通風並不會有稻谷吸濕之現象產生⁽⁶⁾。通風時上中下層谷溫每小時之變動情形如圖 10, 11 所示，通風 8 小時後上下層谷溫變動之差異較大。通風後上下層谷溫變動之差異於圓筒貯容量多時即谷層高時較為顯著如乙倉，谷層低時上下層谷溫經由通風之影響產生之變動差異較小，如丁倉。此一現象如圖 12, 13 所示，通風後谷溫雖下降 1~4°C 左右，但谷溫仍然高於大氣溫度甚多。

冬季通風後谷溫隨著氣溫下降而下降之趨勢較顯著，如圖 14。在氣溫 23°C 以下，丁倉於 11 月 16 日只通風 8 小時谷溫却下降 1°C，停止通風後谷溫即隨氣溫下降而減低谷溫，但降低率甚低。春夏氣溫較高時，連續通風三、四天之後谷溫才有下降之跡象，而其下降率甚低，如圖 15, 16 所示。氣溫在 28~29°C 時甲倉於 4 月 27~30 日實施通風 4 天，乙倉於 5 月 2~4 日連續白天通風 3 天，其最高谷溫分別由 37°C 與 36°C 往下降低 1°C 而已，但停止通風後大約 20 天之內谷溫仍可維持一定範圍約 31~35°C

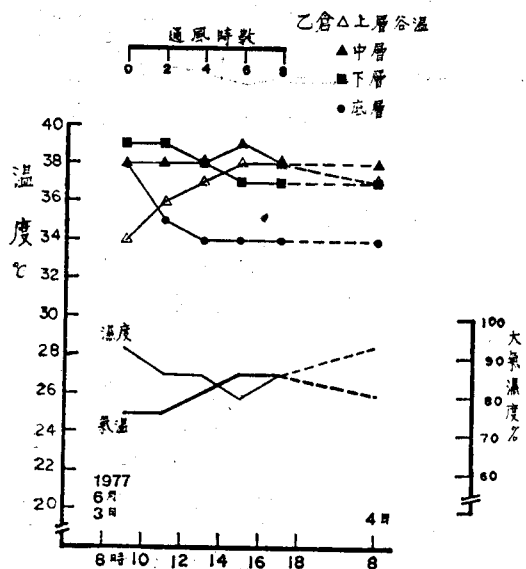


圖 10. 通風與谷溫之變化 (乙倉)

而無大幅升高之現象。例如乙倉谷層谷溫於 5 月 25 日才升高到 37~38°C，甲倉谷層谷溫於 5 月 26 日升高到 36~38°C，此段期間對照平倉谷溫為 32~33°C。綜言之，春季與初夏氣溫回升時通風作業具防止谷溫繼續升高之趨勢，但通風僅能小幅度降低谷溫。

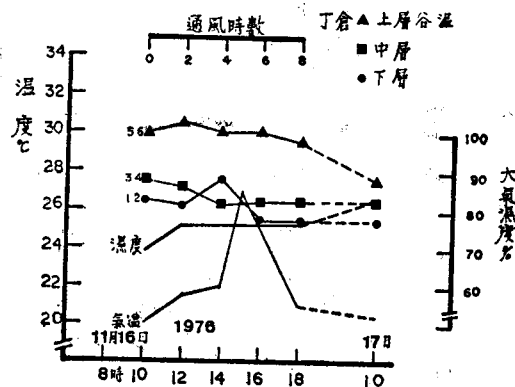


圖 11 通風與谷溫之變化 (丁倉)

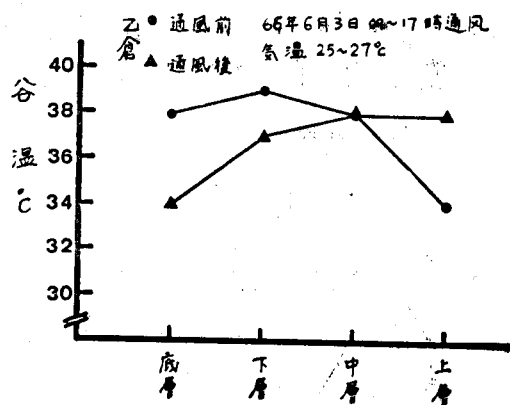


圖 12 通風前後谷溫變化 (乙倉)

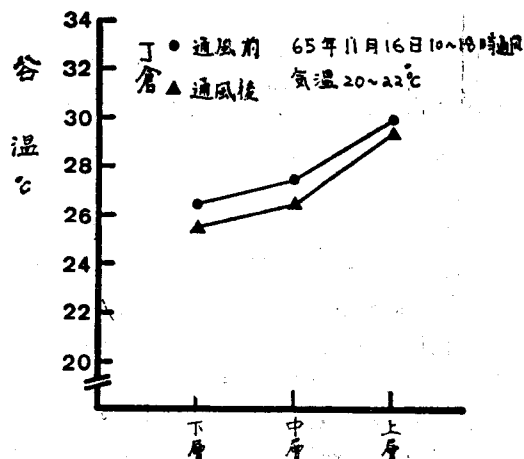


圖 13 通風前後谷溫變化 (丁倉)

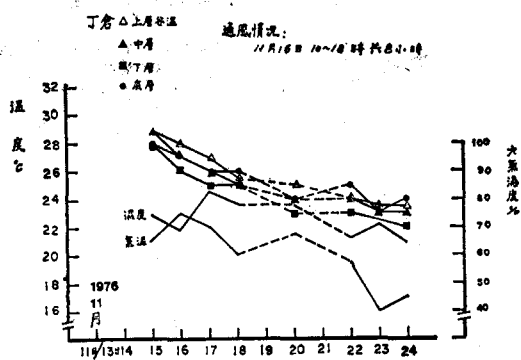


圖 14 多季通風後溫谷下降情形

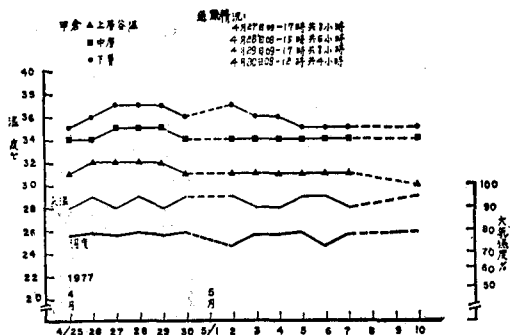


圖 15 春初夏季通風後谷溫變化情形

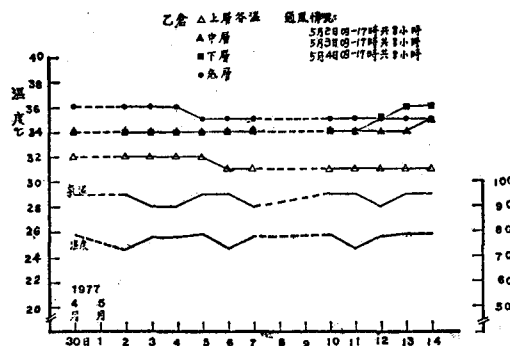


圖 16 春初夏季通風後谷溫變化情形 (乙倉)

4. 稻谷含水率、發芽率、呼吸率及微生物相之變化

稻谷品質分析結果如表 4 所示，進倉時稻谷含水率為 11.8%，進倉稻谷之破損率為千分之 2.51。隨著貯存期間之增加含水率具有逐漸減少之趨勢，到 6 月中旬時已下降到 10.53~11.01% 減少水分量 1% 左右。平倉也有逐漸減少水分含量之趨勢，但減低率較小，見圖 17。本省雜糧業者之圓筒倉貯存穀物也有逐月降低水分之趨勢⁽⁵⁾，於日本圓筒倉貯谷也有相同現象發生⁽⁷⁾。此現象，當係圓筒內稻谷溫度高促使

稻谷平衡含水率下降之緣故，因此推測谷層間之粒間孔隙空氣之相對濕度約為 55%。圓筒表層稻谷含水率為 14~12% 左右較進倉時含水率高 1~3%。由於通風或自然對流時熱氣由圓筒底往上移動最後經表層稻谷往外溢出倉外，上層谷溫一般低於中下層谷溫，故高溫熱氣往上移動通過較低溫之上層稻谷，即產生水分轉移之現象而使表層稻谷吸濕而造成水分含量偏高之結果。圓筒內各層稻谷含水率之變化如圖 18，稻谷含水率於進倉時為 11.8%，貯存 3 個月後祇有表層增加到 13.83%，上中下底層稻谷含水率有逐月緩慢下降之趨勢，稻谷含水率愈低愈不適於微生物之活動，有利於長期貯存稻谷。

由於稻谷含水率之下降，稻谷千粒重也有逐漸減小之趨勢，如表 4。

稻谷發芽與呼吸率也隨貯存時間之增加而逐漸降低，如圖 19、20 所示。貯存 8 個月之後發芽率為 11~8%，但仍高於平倉貯谷發芽率，稻谷呼吸率於 6 月份分析時為 6~7ul/2g/hr。發芽率與呼吸率之降低表示稻谷活性之逐漸低下。對照平倉稻谷發芽率與呼吸率都低於圓筒倉貯谷。圓筒倉表層與上中下底層等各層稻谷品質分析比較如表 5 所示。

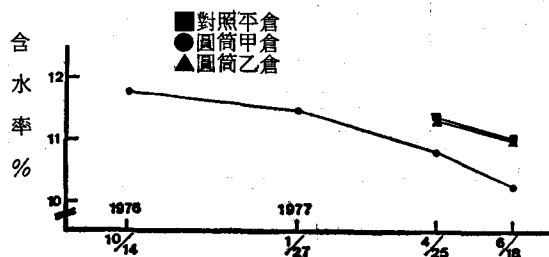


圖 17 稻谷含水率之變化

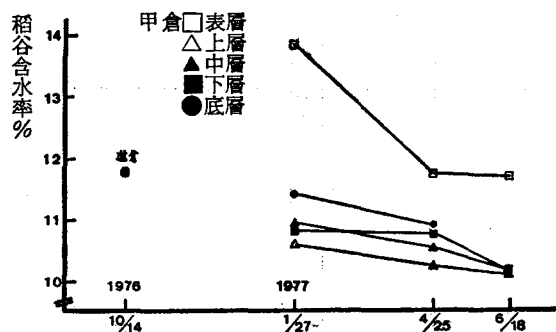


圖 18 圓筒倉各層稻谷含水率

表 4 稻 谷 品 質 分 析 平 均 值

取樣日期	項 目	含 水 率			千 粒 重			發 芽 率			呼 吸 率			微 生 物 相 (25 粒 谷 子 中 出 現 之 谷 粒 百 分 率)																
		平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	Aspergillus spp			Penicillium spp			Monilia spp			Other Fungi			Bacteria				
進倉 65年10月14日 ~20日		11.80			22.8431			—			—			—			—			—			—			—				
1 月 27 日		11.52			22.8461			74.4			8,5709			62			22			31			4			34				
4 月 25 日	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉
	11.4	10.84	11.35	23.96	23.36	23.56	57.3	60	60.25	7,0734	6,4767	10,2339	52	55.2	55.2	18.7	16.8	16.8	21.3	15.2	15.2	6.7	3.2	1.6	29.3	39.2	40			
6 月 18 日		11.05	10.53	11.01	23.0043	22.4499	23.6923	5.83	11.88	8.13	3,9829	5,9853	6,8437	45	45	51	16	14	15	24	17	6	2.7	5	9	29.3	29	37		

表 5 圓 筒 倉 各 層 稻 谷 品 質 分 析 結 果

取樣日期	項 目	含 水 率			千 粒 重			發 芽 率			呼 吸 率			微 生 物 相 (25 粒 谷 子 中 出 現 之 谷 粒 數)														
		平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	平倉	甲倉	乙倉	Aspergillus spp			Penicillium spp			Monilia spp			Other Fungi			Bacteria		
進倉 65年10月14日 ~20日		11.80			22.8431			—			—			—			—			—			—			—		
1 月 27 日	表層	13.83			—			—			—			—			—			—			—			—		
	上層	10.59			22,5750			83.4			6,9433			17			9			12			1			7		
	中層	10.95			23,2753			69.5			6,8325			12			6			3			1			9		
	下層	10.83			22,4454			58.3			3,8646			20			5			7			0			7		
底層	11.41			23,0885			86.5			10,6432			13			2			9			2			11			
4 月 25 日	表層	11.82	11.72	11.86	23.98	23.72	22.88	25	40	47.5	6,8432	7,9852	11,4427	16	17	16	6	4	6	6	3	1	1	0	0	7	6	11
	上層	11.17	10.26	11.36	23.81	24.54	23.55	70	57.5	57.5	5,0043	3,6739	7,5942	9	15	12	4	3	4	6	4	4	2	0	0	7	10	8
	中層	10.55	11.43		22.66	23.58		65.0	82.5		5,8328	10,8225		13	15		5	4		2	2		1	1		11	9	
	下層	10.77	11.26		23.16	23.72		62.5	60.0		6,0496	12,3436		13	13		7	3		2	7		1	1		9	12	
底層	11.21	10.89	10.86	24.08	22.72	24.06	77	75.0	53.75	9,3727	8,8406	8,9664	14	11	13	4	2	4	4	8	5	2	2	0	8	13	10	
6 月 18 日	表層	11.96	11.70	12.17	23.0739	22.377	23.3388	5	10	0	5,0811	7,4522	3,2334	15	12	13	4	5	6	9	3	2	0	2	9	3	11	
	上層	10.60	10.12	10.84	23.3374	21.9339	25,0694	0	10	10	1,8803	6,3312	5,0305	9	12	14	3	2	5	5	3	1	1	2	0	9	6	8
	中層	10.15	10.46		23,2983	22,7454		15,	12.5		4,5484	3,3390		10	10	12		3	2		4	2		0	0		9	8
	下層	10.15	10.58		22,1905	23,6154		12.5	10.0		4,9873	5,6095	15,7718		11	12		4	2		7	1		1	0		11	10
底層	10.59			22,6070									11				5			4			1			10		

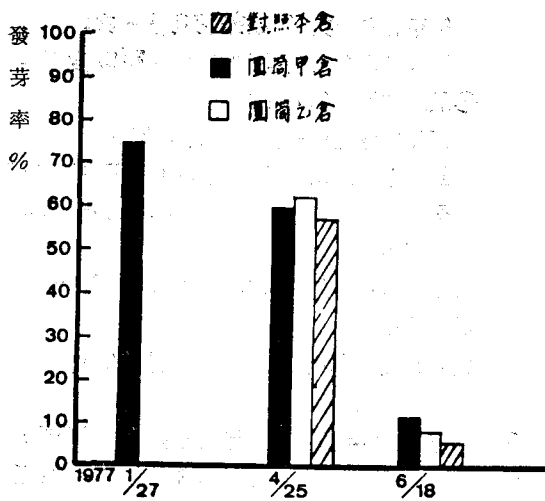


圖 19 稻谷發芽率

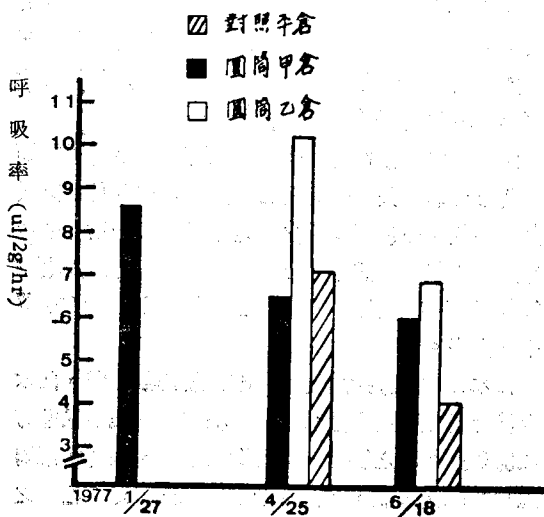


圖 20 稻谷呼吸率

微生物相調查結果發現，主要以 *Aspergillus* 及 *Penicillium*、*Monilia* 為主，尚有部份其他真菌、細菌等存在於穀粒上，一般而言微生物早於收穫之時即存留於穀粒上，如果稻谷水分含量高（一般為 13% 以上），則微生物可以繼續生長為害，如在 13% 以下則微生物難以生長。因此一般視此水分量為安全範圍 (Safety Zone)，只要貯存期間水分含量能維持在此一範圍內，則無貯存病變問題發生。圓筒倉及平倉內之稻谷含水率均在 13% 以下，因此微生物一般祇以休眠狀態存在於稻谷上，不但無法進一步的生長繁殖，甚有隨貯存期間之增加而略為減低之趨勢，此為一好現象，表示在微生物相方面圓筒倉

貯谷與平倉貯谷並無很大差異存在。就出現之真菌中 *Aspergillus* spp 內亦有真菌毒素 (Mycotoxin) 生產菌存在，如 *A. flavus* 等。但因圓筒倉貯谷含水率仍低於 13%，該貯存條件不適於此等真菌毒素之生長，故仍無大害可言，但如貯存條件較劣時，如稻谷含水率增加時，則有大量產生真菌毒素之危險，是故適當貯存條件之維持甚為重要，如果無法維持良好貯存條件則微生物大量繁殖後，對稻米品質必有很大的影響。

四、討 論

1. 稻谷品質

本報告係綜合圓筒倉貯存稻谷 8 個月之結果分析。除圓筒倉表層之外，中下底各層稻谷含水率都具緩慢下降之趨勢。平均而言，圓筒倉貯谷水分含量低於平倉貯谷水分含量。稻谷含水量較低有利於長期貯存稻谷。平倉與圓筒倉貯谷發芽率、呼吸率與微生物相之發生率都隨貯存期之增加而遞減，兩種不同貯存方式並無很大差異存在。圓筒倉封閉性高除了表層有過極少數之穀象外，可說全無鼠蟲之害，圓筒倉封閉性高所以稻谷之燻蒸工作比平倉簡便有效。

平倉谷溫一直居高，介於 30~37°C 之間，受大氣溫度變化之影響較小；圓筒倉谷溫介於 28~37°C，其變化受外界氣溫變化之影響較顯著，利用強制通風方式可抑止谷溫之上升，有降低谷溫之功效，翻倉作業也可降低谷溫，本試驗與朴子鎮農會飼料廠共用一套輸送設備，翻倉時稻谷經由兩組鏈條輸送機輸送後稻谷破損率大，故在計畫建造稻谷專用箕式輸送機興建之前，仍採多通風避免翻倉之管理方式，如能每三、四個月翻倉一次，並配合稻谷通風，當能經常維持較低谷溫。

2. 經濟分析

因尚未到出倉加工之期限，稻谷貯藏之耗損仍無法得知，目前僅就圓筒倉設備使用情形做一分析。

圓筒倉造價如前表 1 所示，朴子鎮農會之造價包括土木、機械、電氣設備等以貯穀量計算為 3168 元/公噸。由表 1 顯示建造圓筒倉數愈多造價愈便宜，如省農會飼料廠之 2579 元/公噸，雜糧業者所建圓筒倉造價之調查於 61 年 2 月約為每公噸 2220 元⁽⁶⁾。目前農會新建設備有通風及進出倉機械之稻谷平型倉庫造價為每坪 20500 元，如以每坪貯谷 6 噸計，則造價為每公噸 4100 元；因為利用機械進倉貯谷高度可

較人工進倉方式為高，如以每坪貯谷 10 噸計，平倉造價為每公噸 2050 元。圓筒倉單位造價略高於平倉單位造價，但並不如一般所言之超過二、三倍以上的差距。圓筒倉進出倉輸送機械輸送量較大約為 40 噸/時，平倉進出倉機械輸送量小，約 10~15 噸/時，一般而論圓筒倉與平倉造價似無多大差異。每座圓筒倉一般以四支圓筒組成，佔地約 $15 \times 15m^2$ ，合約 68 坪，最高可貯谷 2000 公噸，而相同坪數之平倉只能貯谷 400~680 公噸，故圓筒倉之貯谷量約為平倉之 3~5 倍。

圓筒倉之經常作業為進倉、翻倉與通風作業，所用電費計算如下：

(一)裝置動力位置及其馬力數

①進料	3HP
②箕式輸送機	15HP
③鏈條輸送機	7.5HP×2 台=15HP
④螺旋輸送機	5.0HP×2 台=10HP
⑤吸塵機	6HP
⑥通風機	15HP
合 計	64HP

(二)運轉動力分配情形：

- (甲) 進倉作業：①+②+③+⑤=39HP
 (乙) 翻倉作業：①+②+③+④+⑤=49HP
 (丙) 通風作業：⑥=15HP

(三)電費 (依據電力公司 65. 12. 18. 之調整價格)

(甲) 基本電費

每度之基本電費=85元/月
 馬達馬力值大於 1HP 時以每 HP 每使用 1 小時相當於 1 度 (瓩) 計算。(理論上 1 HP=0.746 瓩 (KW))

故圓筒倉之基本電費為：
 $65 \text{度} \times 85 \text{元/月} \times 12 = 66,300.00 \text{元}$

(乙) 經常電費 (流動電費)

- ①進倉作業：(39 HP)
 進倉速率每小時 35 噸稻谷計算。
 圓筒倉貯谷量 400 噸×3=1,200 噸
 進倉時間 $\frac{1200}{35} = 35$ 小時
 用電量 $39 \times 35 = 1365$ 度/年
- ②翻倉作業：(49 HP)
 每次翻倉速率每小時 30 噸計算
 每次翻倉時間 $1200/30 = 40$ 小時
 用電量 $49 \times 40 = 1960$ 度

每年翻倉 4 次 (每三個月翻倉一次)

所以總翻倉用電量 $1960 \times 4 = 7840$ 度/年

③通風作業：(15HP)

每筒每週通風一次，每次 8 小時
 即每週總通風時間 24 小時，每月 96 小時
 全年用電量 $15HP \times 96 \text{時} \times 12 \text{月} = 17280$ 度/年

每年經常用電量 = $1,365 + 7,840 + 17,280 = 26,485$ 度

電費每度 0.89 元計算時所需流動電費
 = 23,572 元

所以，總電費 = 基本費 + 流動電費 = $66,300 + 23,572 = 89,872$ 元/年若以貯谷 1200 噸計算之，每噸貯谷電費支出為 74.89 元/噸/年

所以圓筒倉貯谷所費電費共計 89,872 元/年，相當於 74.89 元/噸/年。圓筒倉之基本電費負擔太重為 66,300 元/年，此部份係與飼料廠共用之動力部份。實際上圓筒倉之經常電費 (流動電費) 為 23,572 元/年，相當於 19.64 元/噸/年。

圓筒倉貯存稻谷至 66 年 6 月為止 8 個月貯存期間，仍無弊病缺失。樂觀而言，圓筒倉貯存稻谷方式有其可行性。限於糧食局之規定本試驗所貯稻谷須待貯存期達 1 年半以後才可出倉碾米加工，有關長期貯存後期 (1 年半以上) 品質與經濟分析報告，可於 67 年中旬提出。

日本目前大都採用圓筒倉貯存散裝稻谷⁽⁷⁾。如本省今後計劃推廣利用圓筒倉貯存稻谷，在稻谷保管方面如能依據谷溫之變化，機動採取通風、翻倉等應對措施加強品質管制，才能有效發揮圓筒倉貯存稻谷之優點。

五、參考文獻

1. 陳貽倫、吳銘塘、葉政秀、盧福明。1977 農會現有穀倉狀況調查研究暨改善提案。中國農業工程學報。23(1):28~54.
2. 李慶餘、廖武正 1973 臺灣農會「政府委託業務」營運之研究 中興大學農經研究所。
3. 農復會 1975 臺灣區穀類倉庫調查報告。111 頁。
4. カントリーエレベーター協會。1972 カントリーエレベーター早わかり 63 頁。
5. 陳辰嘉 1977 圓庫貯藏穀物之管理 雜糧與畜產 47 期 26~32 頁。
6. 全農開發。資材部 1973 カントリーエレベーターのてびき 354 頁。

7. 鶴田理，遠藤勳，高橋信吉，竹生新次郎 1977 米の形態別長期貯藏に関する研究。食品総合研究所研究報告 32 號 11~20 頁。
8. 許彬觀 1977 臺灣區雜糧發展基金會協助增建內陸雜糧倉庫經過及其成效。雜糧與畜產 47 期 1~7 頁。

誌 謝

本試驗計劃承農復會計劃[77(ARDP)-1-1-R-123]資助，並承糧食局與朴子鎮農會合作，謹誌謝意。

試驗期間承農復會 黃欽榮技正及朴子鎮農會侯長庚總幹事，侯清貴、侯明良與游誠一等協助甚多，謹此一併誌謝。

摘 要

近年來由於稻谷之增產，解決倉容問題之重要性日益顯著。目前係利用平倉貯存散裝稻谷，如擬建新倉，因平倉貯地大，提供合適建地較為不易，因而影響推行建倉計劃之有效執行。

本研究即針對減低單位倉容佔地面積和提高進出倉、翻倉作業機械化程度，增加谷倉管理經營效率之目的，探討在本省氣候條件下，利用圓筒倉貯存稻谷之可能性，一般而言，圓筒倉之進出倉、翻倉及通風

作業之機械化效率高，貯倉封閉性高，病蟲害之燻蒸防治處理較簡便有效，可減少鼠蟲害。圓筒倉單位面積之貯谷量約為平倉之 3-5 倍。

本研究於民國 65 年 10 月利用朴子鎮農會圓筒倉庫四支圓筒，貯存 65 年 1 期蓬谷 1146 公噸，每支圓筒直徑 6.8 公尺，高 23.8 公尺，試驗時每支圓筒貯谷深度為 21、20、12、10 公尺。

本文為到民國 66 年 6 月止之 8 個月貯存期間之初期貯存結果報告。圓筒倉稻谷溫度在 28~37°C 之間，平均比氣溫高 1~10°C，谷溫之變化，比較平倉谷溫受外界氣溫變化之影響為顯著，平倉谷溫介於 30~37°C 之間。利用強制通風方式可有效抑止圓筒倉谷溫之上升，降低谷溫效果顯著。翻倉作業降低谷溫之效果約可維持二個月。圓筒倉稻谷含水率由 11.8% 減少為 10.5~11%，有逐漸降低之趨勢，但表層稻谷含水率較高約為 12%~13%，稻谷發芽率，呼吸率和微生物之發生率與平倉貯谷比較之，都有逐月減低之趨勢，圓筒倉與平倉貯谷在品質方面並無顯著之差異。

Summary

Most of the paddy produced in this country has been stored and processed by Provincial Food Bureau and Farmers' Associations. Traditionally the storage system adopted and operated by Farmers' Associations is the flat bin storage system. Of the total rice stocked in 1971 nearly 30% was stored for 6-12 months, 58% for 12-18 months and 12% over 18 months. The warehouse should be good enough to effectively maintain the original rice quality as good as possible in the long period storage condition.

In Taiwan, using silo as a paddy storage system is a new approach to study the possibility of adopting other storage methods besides the local traditional flat bin storage system. 1146 tons of paddy rice were loaded in four vertical silos (tube dimension: 6.8m in diameter and 23m in height) at Putzu Farmers' Association on October 1976.

From the past eight months storage period we find that silo storage system meet the requirements of maintaining suitable paddy temperature and moisture content, efficient operation for paddy loading, turning, aeration, unloading and free from damage by rodents, insects and other deteriorating factors to the stored paddy.

Compared with traditional flat bin storage system the silo storage system need only 1/3-1/5 floor area required for flat bin for the same storage capacity and showed less increment both in paddy temperature and moisture content as storage period extended. Paddy temperature was about 1-10 °C higher than outside air temperature. Paddy moisture content was kept below 11-12% in the silo.

Although an eight-month storage period is not long enough to tell the whole story of a long term paddy storage phenomena it seems that the paddy silo storage system can be adopted as a new method for storing local paddy.