

# 簡易稻穀乾燥箱之設計及其效用試驗

## Small Rice Dryign Bin, Its Design and Trial Use

蕭 世 民

Shaw, Shih-Ming

### 一、前 言

稻作為本省主要農作物，每年栽培二作，其總面積將近 80 萬公頃，生產糙米已超過 200 萬公噸，軍糧民食，皆以賴之。收穫後稻穀之乾燥，目前仍墨守日光曝曬一法。利用日光曬穀，為我國古法，簡易省費，在小農場集約栽培及工業尚未發達之地區使用，固甚為經濟實用，但其受天候之限制，則為無可避免之缺點。

曬穀係利用太陽之熱能，以蒸發穀粒中之水分，如無日光，即不能曬穀。且為儘量接受日光之熱力，必需將稻穀平鋪於晒場上。若曬穀時突遇降雨，須立即將稻穀堆積，並以帆布或稻草覆蓋，以避免雨水淋濕。如栽培面積較大，所收稻穀數量較多，必甚感晒場不足及照管之不易。

本省南部高雄屏東一帶，在每年第一期稻穀收穫時；及北部宜蘭、基隆、臺北等地，在第二期稻穀收穫時，正值當地雨季，或傾盆驟雨，或連綿細雨，在在皆妨碍農民晒谷。如久雨不晴，則所收稻穀常會發芽或生霉，以致品質劣化，甚至不堪食用。每年當地農民遭遇此種困擾而發生之損失，至為鉅大。

目前在國外普遍應用之火氣乾燥機，機型大，速度高，可以一次乾燥巨量稻穀，不受氣候之影響。但其機件構造複雜，價格甚高，且乾燥成本高過曬穀，不適於在本省分散之小農場內使用。美國近年流行一種通風乾燥法，以送風機，將空氣送入存於倉庫中之稻穀，以吸收穀粒中之水分，完成乾燥作用。因其設備簡單，乾燥成本又低，在美國已甚為流行。其農民自置此種設備，裝置於農場內以乾燥其所產稻穀者，為數日增，似有逐漸取代火力乾燥機之趨勢。

簡易稻穀乾燥箱即係採用美國通風乾燥法原理，參照本省農情專為供本省農民使用所設計。本箱具有美國通風乾燥法之各種優點，如設備簡單，成本低廉，管理容易，及又可兼作倉庫使用等。如本省農家普遍使用，當可解決目前曬穀之困擾，更不會有利用馬路曬穀，妨碍交通之情形發現。

### 二、簡易稻穀乾燥箱之設計

#### A. 箱之大小

簡易稻穀乾燥箱之箱體，為盛放待乾稻穀之地方，亦為乾燥工作實施之處，其大小以足夠盛放待乾稻穀為適宜。本省農民栽培水稻面積平均約為 0.5 公頃左右，一次可產稻穀約為二千公斤，故本乾燥箱之設計，以一次盛放二千公斤濕穀為準。若農戶之栽培面積大於此數者，可分二次收割，二次乾燥，亦甚便利。或依本設計照比例製造較大之乾燥箱亦可。

乾燥箱之設計長度為 2.2 公尺，寬 1.5 公尺，高 1.5 公尺，可用任何材料製造，木板、防水蔗板或鐵板，均無不可。在距箱底 0.2 公尺處架放穿孔鐵片或竹簍，使空氣可向上流通。竹簍或穿孔鐵片之下以木架或鐵架承放之，以承受稻穀之重量，箱內之實際高度為 1.3 公尺，盛放稻穀不宜超過 1.2 公尺，預留 0.1 公尺，以免穀粒溢出。箱頂備有箱蓋，平時可以蓋下，則本箱又可當作貯藏庫使用，在乾燥時將箱蓋啓開，以排出濕氣。

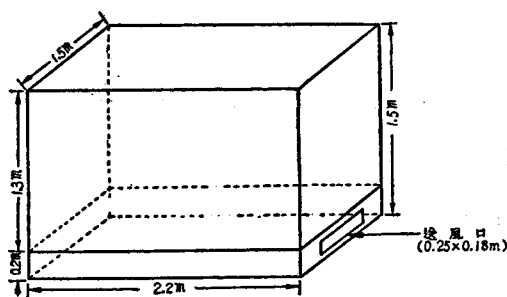
本箱之容積為：

$$2.2 \times 1.5 \times 1.2 \text{ 公尺} = 3.96 \text{ 立方公尺}$$

濕潤稻穀每立方公尺重量約為 560 公斤，故本箱一次可容稻穀為：

$$3.96 \text{ m}^3 \times 560 \text{ 公斤} = 2217.6 \text{ 公斤}$$

乾燥後稻穀重量約為 1.800 公斤。



#### B. 送風機

送風機之功用藉動力之作用，送出相當數量之空氣，經由送風口及乾燥箱之底層而透過穀粒之間隙，吸收穀粒中之水分而散發至外界。當空氣通過穀層時，會遇到穀層所發生的阻力。這阻力的大小隨穀粒

的種類和堆積的厚度而變易。

1. 風量 根據資料，當稻穀含水量在 25 %，及堆積厚度為四呎（約 1.2 公尺）時，乾燥所需最低限度之送風量為 4 CFM/bu. 本箱容積為四立方公尺，相當於 112.3 英斗，故風量最低應有：

$$112.3 \times 4 = 449.2 \text{ CFM.}$$

2. 靜壓 依美國農業機械工程師 C.K. Shedd 氏之靜壓力曲線圖，當稻穀厚度為四呎，風量為 4 CFM/bu. 時，其靜壓力相當於 1.2 吋水之高度。

因此，本乾燥箱所用送風機，應能在 1.2 吋靜壓力下，送出風量至少為 450 CFM 者為合用。本省製多翼式送風機，以單相 110 V，1/4 HP 馬達驅動者，甚為合用。且因係使用單相低壓電力，在農村應用時，接電較為便利。

#### C. 通風方法

本設計採用穿孔鐵片通風法，即在距箱底 0.2 公尺處，安置強度較高之鐵片一層。此鐵片鑽滿 3/32 英吋之小孔，以供空氣流通之用。送風口設於箱之一端，大小為 0.25 × 0.18 公尺，送風機即裝置於此送風口之外方。送風機與送風口之間，以帆布聯接之，穿孔鐵片之下方，以木架或鐵架支持，以承受稻穀之壓力。

穿孔鐵片如製造數目不多，不能以機器大量壓製時，以手工釘孔，甚為費工，造價太高，可用竹條編製之竹簍，或粗鐵絲編製之鐵網代替之。

#### D. 預期乾燥效果

重量為 2217.6 公斤之濕潤稻穀，在不同含水量乾燥至含水量為 13 % 時，所應除去之水分數量為：

|     |          |
|-----|----------|
| 25% | 303.4 公斤 |
| 20% | 166.4 公斤 |
| 18% | 114.7 公斤 |
| 16% | 63.2 公斤  |

空氣之吸收水分能力，隨其相對濕度及溫度而異。本設計之送風量為 450 CFM，每小時吸水能力及將 2217.6 公斤濕穀乾至 13 %，所需之時間，大致有如下表。

| 天氣情況 |      | 吸水能力<br>(每小時<br>公斤數) | 乾燥至 13 % 所需時間<br>(小時數) |        |       |      |
|------|------|----------------------|------------------------|--------|-------|------|
| 相對濕度 | 溫度   |                      |                        |        |       |      |
| 90%  | 80°F | 2.0                  | 151.7                  | 83.2   | 57.3  | 34.1 |
| 80%  | 80°F | 4.0                  | 76.0                   | 41.6   | 28.7  | 17.0 |
| 70%  | 80°F | 6.0                  | 50.5                   | 27.7   | 19.1  | 11.4 |
| 60%  | 80°F | 8.0                  | 38.0                   | 20.8   | 14.7  | 8.5  |
| 50%  | 80°F | 10.0                 | 30.3                   | 16.6   | 11.5  | 6.8  |
|      |      | 應除去水分<br>數量(公斤)      | 303.4                  | 166.42 | 114.7 | 63.2 |
|      |      | 稻穀含水量                | 25%                    | 20%    | 18%   | 16%  |

由此可知，將箱中濕潤稻穀，（設含水量為 25 %），乾燥至 13 %，在正常天氣，（設相對濕度為 70 %，溫度為 80°F），需時 50.5 小時。但如在惡劣天氣（設相對濕度為 90 %，溫度為 80°F），則需時 151.7 小時，方可完成。

#### E. 水分平衡及加熱之考慮

在陰雨天氣，需時 151.7 小時，方能乾燥一批濕穀。事實上，在此種高溫（80°F）多濕（R.H. 90%）情形下，稻穀之平衡含水量為 17.6 %，稻穀僅能乾燥至其含水量為 17.6 % 為止。過此以後，縱仍繼續開動送風機，亦只能使穀粒溫度不致增高，不致發霉變質而已，並無任何乾燥效果。如農家並不急於將稻穀出售或碾米，在此種陰雨天氣，俟乾至 17 % 上下後，可以每隔 2-3 小時，開動送風機 1 小時，以驅散穀粒中可能發生之熱度，以維持稻穀之良好品質。一俟天氣轉佳，再行繼續乾燥。

但一般農家多急於求乾，故必須考慮加速乾燥之方法。查空氣溫度增高後，其相對濕度即隨之降低，相對濕度較低之空氣，吸收水分之能力較強。故以加熱方法把空氣加熱，增高其溫度，可以增加乾燥效率，迅速完成乾燥工作。

在相對濕度為 90 %，溫度為 88°F 之濕潤空氣，如經加熱而使其溫度提高 12°F，其相對濕度即降至 60 %。以相對濕度為 60 %，溫度為 100°F 之空氣來乾燥一批含水量為 25 % 之稻穀，可在 28 小時內即可乾燥至其含水量為 13 % 之程度。

查 1 磅空氣增高溫度華氏表 1 度，需要 0.24 BTU 之熱力。450 CFM 之空氣，重量約為 32.12 磅，增高 12.5 度所需熱量為：

$$32.12 \times 12.5 \times 0.24 \times 60 = 5781.6 \text{ BTU/hr.}$$

目前較普遍應用之熱源，有電熱，油料及煤炭等數種，其比較如下：

1. 電熱 電流每度 (kwh.) 之熱量為 3414 BTU/hr，如用 2 瓩之電熱器，可發生 6828 BTU/hr 之熱量，足敷需要。

2. 輕柴油 輕柴油之熱量為每加侖 140,000 BTU，若熱效率為 60 % 計算，每加侖柴油可發生 84,000 BTU，如每小時需要 5800 BTU，1 加侖柴油可供燃燒 14 小時之用。

3. 熱煤 熱煤每公斤之熱量為 28,600 BTU，若熱效率以 60 % 計算，每公斤熱煤之熱量為 17,160 BTU，如每小時耗用 5800 BTU，每公斤熱煤可供燃燒 3 小時之用。

以上三種燃料，以使用電熱最爲簡便清潔，但費用最昂，目前家庭用電每度約爲 0.8 元，每小時電費 1.6 元，如使用輕柴油，每小時費用約爲 1 元，但市面上難以找到適宜之油爐，如使用熟煤，每小時費用約合 0.4 元費用最低，市面上供一般家庭應用之水泥煤球爐，亦可用於乾燥稻穀。

#### E. 本乾燥箱之特點

1. 稻穀自田間運回後，再經篩選，除去莖桿殘葉等夾雜物之後，即可放進箱中，施行乾燥。乾燥由底層開始，當上層已乾至所希望之程度時，下層亦必已充分乾燥。乾燥完畢之稻穀可仍貯藏箱內，毋需搬出，以節省工資。故乾燥箱可兼作貯藏庫之用。

2. 除送風機外，無其他轉動部份，操作簡便，保養亦易，送風機之馬達僅 4 分之 1 匹馬力，可接用單相低壓電源，電量僅 200 W，用電甚省。

3. 製造乾燥箱之材料，可任意選擇木板、蔗板、鋁片或亞鉛板，亦可用農舍中空餘房屋稍加改裝而成。

4. 本乾燥箱除可用以乾燥稻穀外，亦可用以乾燥及貯藏其他農產品如花生、大豆、高粱、小麥、玉米等，用途甚爲廣泛。

### 三、效 用 試 驗

爲證實本設計之實際效用，是否與理論符合，特

於民國 51 年下半年及 52 年上半年假臺中縣新社鄉農林廳種苗繁殖場舉辦「簡易稻穀乾燥箱效用試驗」。依上述設計，製造木質簡易稻穀乾燥箱二具，購買大豐牌 1/4 馬力多翼式送風機二具及本地製水泥煤球爐一具，以及通風管溫度計等應用工具。

#### A. 試驗目的：

1. 在當地氣候情形下，本乾燥箱用未經加熱空氣通風之乾燥效果及其經濟價值。

2. 用加熱空氣乾燥之效果及其經濟價值，並比較不同燃料之乾燥成本。

#### B. 試驗處理

1. 空氣——加熱，不加熱。

2. 時期——第一期作稻穀時，第二期 稻穀收穫時。

#### C. 試驗經過

1. 51 年第二期作未加熱部份：

供試用稻穀爲甫自田間收穫，僅經初步篩選以除去殘莖殘葉等雜物，而完全未經日光曝曬者，檢查其含水量爲 24.31%，發芽率爲 85.2%，乾燥前重量爲 1800 公斤。通風於 51 年 11 月 18 日下午 5 時開始，每日通風 22 小時，上午 7 時及下午 5 時各停止通風 1 小時，使送風機獲得休息，以免連續操作過久而發生故障。試驗期間每日天氣情形及稻穀溫度與含水量之變化，請見下表：

| 日 期     | 11月<br>18日 | 19日   | 20日   | 21日   | 22日   | 23日   | 24日   | 25日   | 26日   | 27日   | 28日   | 29日   | 30日   | 12月<br>1日 | 2日    | 3日    | 4日    |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| 室內溫度 °C | 21.2       | 21    | 22    | 21.1  | 20.8  | 18.8  | 20.0  | 20.3  | 19.8  | 16.6  | 14.9  | 14.1  | 14.7  | 14.2      | 13.0  | 13.0  | 14.7  |
| 室內濕度 %  | 71         | 72    | 68    | 76    | 82    | 87    | 78    | 80    | 85    | 89    | 94    | 91    | 89    | 95        | 82    | 78    | 76    |
| 天 氣     | 晴          | 陰     | 晴     | 陰     | 陰雨    | 陰雨    | 陰     | 陰     | 陰雨    | 陰雨    | 陰雨    | 陰雨    | 陰雨    | 陰雨        | 陰雨    | 陰     | 陰     |
| 稻穀溫度 °C | 20         | 19    | 18    | 22    | 21    | 18    | 17    | 19    | 19    | 16    | 17    | 17    | 15    | 15        | 18    | 18    | 18    |
| 稻穀含水量 % | 24.31      | 23.43 | 22.69 | 23.83 | 23.18 | 23.14 | 23.35 | 23.07 | 22.75 | 17.81 | 17.93 | 17.00 | 17.40 | 17.43     | 15.85 | 14.28 | 10.76 |
| 註       |            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |           | 加熱    | 加熱    | 加熱    |

在試驗期間，天氣冷而多濕，連續陰雨，乾燥速度甚慢，10 天後，以至第 15 天，稻穀含水量仍在百分之 18 至 17 之間，已接近其平衡含水量，未再下降，乃於第 15 天（12 月 2 日）改用加熱空氣，將空氣溫度增高至攝氏 22 度，每日加熱 10 小時，歷時 3 日，至 12 月 4 日稻穀含水量已降至 10.76%，乾燥完成，試驗亦告結束。

乾燥後稻穀重量爲 1674.6 公斤發芽率爲 83.4%，試驗期間每小時用電 0.416 度（平均）每日 22 小

時，共耗電 9.15 度 (kwh)，加熱時每日 10 小時耗用熟煤 11 公斤，木炭 1 公斤。

2. 51 年第 2 期作加熱部份

加熱部份於 12 月 5 日上午 10 時開始，用僅經篩選而未經日晒之蓬萊稻穀 1800 公斤，其含水量爲 18.33%，發芽率爲 87.83%。用省製水泥煤球爐加熱，每日自上午八時至下午七時，共加熱 10 小時，送風機通風時間則爲每日 22 小時，每日天氣及稻穀溫度與含水量之變化，詳見下表。3 日後含水量降至 12.47%

乾燥完畢，乾燥後稻穀重量為 1579.8 公斤，發芽率為：86.2%。

| 日 期        | 12月5日                   | 12月6日          | 12月7日          |
|------------|-------------------------|----------------|----------------|
| 室內溫度 °C    | 12.9                    | 13.8           | 14.8           |
| 室內濕度 %     | 74                      | 75             | 72             |
| 天 氣        | 陰                       | 陰              | 陰              |
| 加熱後空氣溫度 °C | 24±2                    | 24±2           | 24±2           |
| 稻穀溫度 °C    | 上層 14<br>中層 16<br>下層 22 | 16<br>17<br>29 | 18<br>20<br>32 |
| 稻穀含水量 %    | 18.39                   | 14.98          | 12.47          |
| 耗煤量 公斤     | 12.5                    | 12.0           | 12.0           |

3. 鑒於此次試驗時，所用日製乾燥爐及省製水泥煤球爐，均為直接加熱式，煤屑炭粒有被送風機吸入通風管及乾燥箱底層之可能，以致有發生火災及染污

稻穀之危險，乃採用間接加熱方式之原理，設計製造乾燥專用爐一種（照片），加入試驗。

#### 4. 52年第一期作未加熱部份：

第一期作水稻於7月初開始，本次所用仍為僅經篩選而未經日晒之蓬萊稻穀 1800 公斤，檢查其含水量為 20.18 %，發芽率為 89.2 %，通風於7月10日開始，每日通風時間仍為 22 小時。試驗期間每日天氣及稻穀溫度與含水量之變化，詳見下表，試驗期間常有陣雨，空氣中濕度甚高，且曾遇到一次強烈颱風，因停電以致停止通風二天。在此高溫多濕情況下，試驗歷時 15 天，稻穀含水量仍在 14 % 以上，乃於第 15 天加熱 10 小時，稻穀含水量乃降至 13 %，燥乾告成，乾燥後稻穀重量為 1575.0 公斤，發芽率為 85.2%。

| 日 期   | 室內溫<br>度℃ | 室內濕<br>度% | 天氣  | 雨量<br>公厘 | 稻 穀 溫 度 °C |    |     |    |     |    | 稻 穀 含 水 量 % |       |       |       |       |       | 備 註                  |
|-------|-----------|-----------|-----|----------|------------|----|-----|----|-----|----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
|       |           |           |     |          | 上 層        |    | 中 層 |    | 下 層 |    | 上 層         |       | 中 層   |       | 下 層   |       |                      |
|       |           |           |     |          | 上午         | 下午 | 上午  | 下午 | 上午  | 下午 | 上午          | 下午    | 上午    | 下午    | 上午    | 下午    |                      |
| 7月10日 | 26.7      | 86.3      | 雨   | 8.5      | 27         | 27 | 26  | 27 | 27  | 29 | 20.18       | 20.18 | 20.18 | 20.18 | 20.18 | 20.18 | 因颱風，停電，<br>未通風。<br>“ |
| 11日   | 26.6      | 86.0      | 雨   | 30.8     | 23         | 24 | 22  | 25 | 24  | 27 | 19.52       | 17.86 | 18.84 | 19.95 | 18.70 | 19.36 |                      |
| 12日   | 26.5      | 82.3      | 雨   | 5.1      | 23         | 23 | 22  | 25 | 24  | 24 | 19.87       | 19.52 | 19.44 | 19.20 | 17.10 | 16.04 |                      |
| 13日   | 26.1      | 89.0      | 晴   |          | 24         | 25 | 26  | 24 | 27  | 27 | 19.67       | 19.36 | 18.81 | 19.95 | 16.51 | 16.16 |                      |
| 14日   | 26.3      | 85.3      | 晴   |          | 25         | 24 | 26  | 26 | 28  | 29 | 20.02       | 19.59 | 18.96 | 18.24 | 16.28 | 15.39 |                      |
| 15日   | 27.6      | 83.3      | 晴   |          | 25         | 27 | 26  | 28 | 27  | 28 | 19.49       | 20.31 | 17.10 | 18.52 | 15.82 | 16.45 |                      |
| 16日   | 24.5      | 87.7      | 颱風  | 238.6    | 26         | 27 | 26  | 25 | 27  | 26 | 19.51       | 19.67 | 18.74 | 18.57 | 15.72 | 16.64 |                      |
| 17日   | 23.4      | 86.7      | 颱風  | 34.5     | 26         | 24 | 24  | 23 | 24  | 23 | 20.13       | 20.23 | 18.46 | 17.94 | 16.73 | 16.54 |                      |
| 18日   | 23.3      | 89.3      | 雨   | 7.5      | 26         | 25 | 25  | 24 | 24  | 27 | 19.46       | 19.54 | 17.31 | 16.62 | 15.64 | 15.75 |                      |
| 19日   | 24.6      | 86.0      | 雨   | 7.0      | 23         | 24 | 25  | 24 | 25  | 26 | 19.32       | 19.52 | 16.63 | 16.50 | 15.78 | 15.81 |                      |
| 20日   | 26.0      | 81.7      | 陰   |          | 25         | 26 | 25  | 25 | 27  | 29 | 19.12       | 18.58 | 17.10 | 16.61 | 15.68 | 15.11 |                      |
| 21日   | 27.3      | 78.7      | 陰後雨 | —        | 27         | 27 | 26  | 28 | 29  | 28 | 19.30       | 18.05 | 17.36 | 16.28 | 15.54 | 15.41 |                      |
| 22日   | 27.7      | 81.0      | 雨   | 5.2      | 25         | 26 | 26  | 26 | 29  | 28 | 17.71       | 17.87 | 15.35 | 16.70 | 14.61 | 15.54 |                      |
| 23日   | 27.7      | 78.0      | 陰後雨 | —        | 26         | 25 | 27  | 28 | 28  | 29 | 16.04       | 16.28 | 15.04 | 15.29 | 15.59 | 15.92 |                      |
| 24日   | 27.9      | 82.3      | 陰   |          | 26         | 25 | 26  | 27 | 28  | 29 | 16.91       | 15.68 | 15.54 | 15.25 | 14.65 | 14.80 |                      |
| 25日   | 27.4      | 81.4      | 陰   |          | 26         | 28 | 26  | 27 | 29  | 30 | 15.78       | 14.94 | 15.98 | 14.09 | 14.81 | 14.64 |                      |
| 26日   | 26.2      | 83.9      | 陰   |          | 30         | 32 | 34  | 34 | 40  | 41 | 14.08       | 13.96 |       | 13.40 |       | 12.96 | 加熱10小時               |

#### 5. 52年第一期作加熱部份：

加熱部份，亦於同日（7月10日）開始，使用稻穀之數量品質與前相同。加熱設備係使用新製之間接加熱式乾燥專用爐，燃料有熟煤、木炭、木柴等三種。通風時間亦為每日 22 小時，加熱時間為每日10小

時（上午 8時至下午 6時），每日天氣及稻穀溫度與含水量之變化詳見下表。加熱後空氣溫度平均較室溫增加約攝氏 10 度。乾燥後稻穀重量為 1552.2 公斤，發芽率為 87.6%。

| 日 期         | 7月10日          |     | 11日         |     | 12日         |     | 13日         |     | 14日         |     |
|-------------|----------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|             | 上 午            | 下 午 | 上 午         | 下 午 | 上 午         | 下 午 | 上 午         | 下 午 | 上 午         | 下 午 |
| 室 內 溫 度 °C  | 26.7           |     | 26.6        |     | 26.5        |     | 23.1        |     | 26.3        |     |
| 室 內 濕 度 %   | 86.3           |     | 86.0        |     | 82.3        |     | 89.0        |     | 85.3        |     |
| 天 氣         | 雨              |     | 雨           |     | 雨           |     | 晴           |     | 晴           |     |
| 雨 量 公厘      | 8.5            |     | 30.3        |     | 5.1         |     |             |     |             |     |
| 加熱後空氣溫度 °C  | 38             |     | 39          |     | 38          |     | 39          |     | 40          |     |
| 稻 穀 溫 度 °C  | 上層 28 25       |     | 25 29       |     | 24 25       |     | 26 28       |     | 27 28       |     |
|             | 中層 27 25       |     | 24 28       |     | 23 28       |     | 24 28       |     | 24 26       |     |
|             | 下層 22 62       |     | 30 31       |     | 31 32       |     | 34 35       |     | 33 34       |     |
| 稻 穀 含 水 量 % | 上層 20.06 20.24 |     | 19.97 20.71 |     | 19.12 20.13 |     | 20.97 19.88 |     | 20.90 20.38 |     |
|             | 中層 20.72 20.53 |     | 21.06 19.95 |     | 20.46 18.23 |     | 18.14 17.78 |     | 17.30 15.54 |     |
|             | 下層 19.56 18.21 |     | 17.55 14.00 |     | 13.35 11.62 |     | 12.50 11.86 |     | 11.10 10.65 |     |
| 燃 料 種 類     | 木 炭            |     | 木 柴         |     | 煤 熱         |     | 木 炭         |     | 木 炭         |     |
| 燃 料 用 量 公 斤 | 8.5            |     | 6.0         |     | 7.0         |     | 4.5         |     | 5.0         |     |
| 備 註         |                |     |             |     |             |     |             |     |             |     |

|             | 7月15日          |     | 16日       |     | 17日       |     | 18日         |     | 19日         |     |
|-------------|----------------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|             | 上 午            | 下 午 | 上 午       | 下 午 | 上 午       | 下 午 | 上 午         | 下 午 | 上 午         | 下 午 |
| 室 內 溫 度 °C  | 27.6           |     | 24.5      |     | 23.4      |     | 23.3        |     | 24.6        |     |
| 室 內 濕 度 %   | 83.3           |     | 87.7      |     | 86.7      |     | 89.3        |     | 86.0        |     |
| 天 氣         | 晴              |     | 颱風        |     | 颱風        |     | 雨           |     | 雨           |     |
| 雨 量 公厘      |                |     | 238.6     |     | 34.5      |     | 7.5         |     | 7.0         |     |
| 加熱後空氣溫度 °C  | 39             |     |           |     |           |     | 35          |     | 35          |     |
| 稻 穀 溫 度 °C  | 上層 25 28       |     | 27 29     |     | 29 28     |     | 26 28       |     | 25 23       |     |
|             | 中層 26 28       |     | 26 24     |     | 31 30     |     | 30 29       |     | 30 33       |     |
|             | 下層 33 35       |     | 30 32     |     | 33 34     |     | 34 34       |     | 34 35       |     |
| 稻 穀 含 水 量 % | 上層 19.67 20.05 |     |           |     |           |     | 18.65 15.35 |     | 16.24 14.05 |     |
|             | 中層 15.54 15.15 |     |           |     |           |     | 12.35 13.24 |     | 13.50 13.45 |     |
|             | 下層 12.77 10.95 |     |           |     |           |     | 11.56 12.12 |     | 12.05 11.25 |     |
| 燃 料 種 類     | 木 炭            |     |           |     |           |     | 木 柴         |     | 木 炭         |     |
| 燃 料 用 量 公 斤 | 5.5            |     |           |     |           |     | 7.0         |     | 5.0         |     |
| 備 註         |                |     | 因颱風停電停止操作 |     | 因颱風停電停止操作 |     |             |     |             |     |

#### D. 結果及討論

1. 本試驗在第一、二兩期作稻穀收穫時，均遇到惡劣氣候。51年第二期作時遇低溫及陰雨，52年第一期作時遇陣雨及颱風。以簡易稻穀乾燥箱用不加熱空氣通風，在不良氣候環境下，因空氣中相對濕度太高，致乾燥速度甚低，需時較長。

2. 第一期作稻穀收穫時，時值夏季，氣溫較高，雖遇天雨，仍可將含水量降至14%左右。但第二期作收穫時，則已屬冬令，天氣陰冷，歷時二週，稻穀含水量仍在17%上下，無法下降。此時只有使用加熱空氣通風，方能充分乾燥。

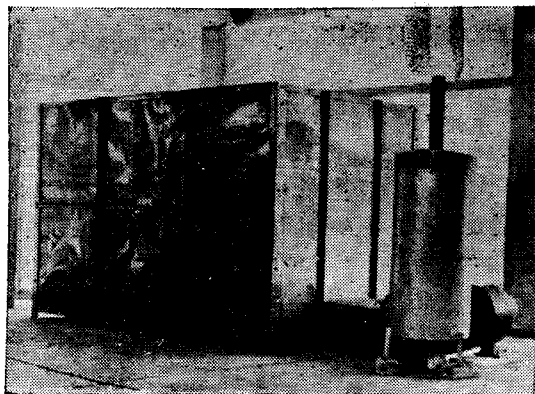
3. 本試驗前後二期舉行試驗時，均未遇到較為晴朗之氣候。如有較佳氣候，相信可於一週左右以不加熱空氣乾燥一批稻穀。（此點容待繼續試驗之證實）  
• 唯鑒於本省地處亞熱帶，潮濕之氣候較多，為確保

稻穀品質，迅速完成乾燥，勢不能完全依賴不加熱空氣通風之乾燥方式。加熱設備仍為本簡易稻穀乾燥箱所必需。

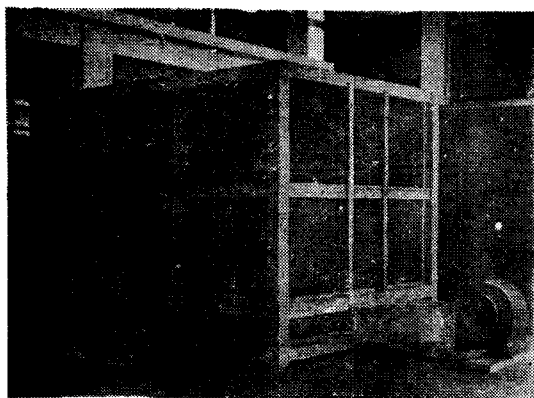
4. 加熱空氣通風乾燥稻穀時，如每日通風22小時，加熱10小時，空氣溫度較室內溫度增高攝氏10度，每天可降低箱內稻穀之含水量約1%至1.5%，視天氣情形而增減。如加熱時間延長，日夜均加熱時，乾燥速度更可增加。

5. 為顧及乾燥後稻穀之品質，加熱時空氣溫度不能過份增高。一般言之，以增高至較室溫高攝氏10度左右為宜。較高之空氣溫度固可使乾燥速度增加，但可能使底層稻穀過乾，且影響稻穀之品質，發芽率降低，碎米率增加。

6. 供一般家庭使用之水泥煤球爐，可以用於本乾燥箱加熱之用。但因煤球爐中熾熱之煤屑及炭粒，在



簡易稻穀乾燥箱全貌



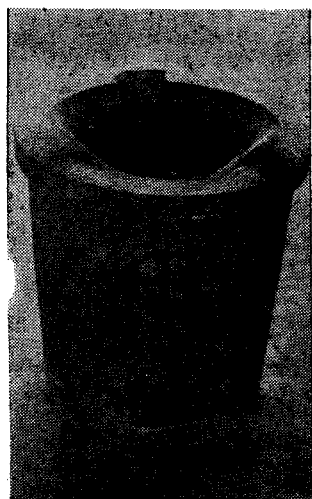
木製簡易稻穀乾燥箱



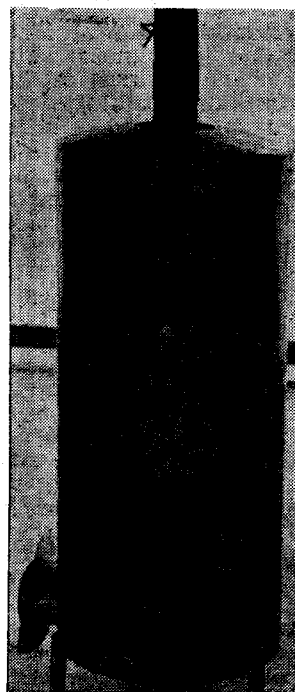
乾燥爐 (日製)



送風機



水泥煤球爐



間接加熱式乾燥專用爐

通風時易被送風機吸入通風管及乾燥箱之底層，有肇致火災及染污稻穀之危險。爲安全計，仍以使用特製間接加熱式乾燥專用爐較爲安全可靠。

7. 用於乾燥專用爐之燃料，如熟煤、木炭、木柴皆可。價格以木柴較廉，但生火及添柴等管理較煩。木炭點火較快，熟煤較爲耐用，三者相較，各有長短，可視當地燃料供應情形斟酌採用。

8. 乾燥費用可分三大項計算：

a. 電力費：送風機 1/4 馬達，每日通風 22 小時，耗電 9.15 度，依家庭用電每度 0.81 元計，每日電費爲 7.41 元。

b. 燃料費：木炭每公斤時價 2.0 元，以每日耗炭 7 公斤計，費用爲 14.0 元，木柴每公斤時價 0.5 元，以每日耗柴 8.5 公斤計，費用爲 4.25 元，熟煤每公斤 0.8 元以每日耗煤 12.0 公斤（第二期作）計，費

用爲 9.6 元，以每日耗煤 7.0 公斤（第一期作）計，費用爲 5.6 元。

C. 工資：稻穀裝入乾燥箱及乾燥完畢後自箱內取出，各需用男工 2 人，工作半天，以每工工資 30 元計，工資共爲 60 元。用未加熱空氣通風乾燥，僅需開動送風機，平時毋需照管，故無工資之支出。用加熱空氣通風乾燥，則需有人生火添柴及測定溫度，此可由家庭婦女擔任，毋需另外雇工，亦可不計工資。

#### 四、尾 言

本設計及試驗承農復會補助經費，該會技正吳維健、藍章華、蘇昭山、農林廳技正胡承濤及種苗繁殖場場長張沂滔等諸先生技術指導，及種苗場技術員游詳芳、謝建家等之協助，謹此致謝。

### SUMMARY

1. Up to the present, the farmers in Taiwan still dry their rice under the sunshine by spreading the rice on the drying ground. This practice is effective and inexpensive, but it does not work if the weather is damp and wet. The farmers are apt to suffer some damage during these adverse days when they are not able to dry their rice under the sunshine and have to pile them up to avoid from getting wet.
2. In order to help our farmers to get rid of this loss, a small rice drying bin was designed to dry their rice according to the principle of forced air drying which is now widely used in the United States.
3. This small rice drying bin is  $2.2 \times 1.5 \times 1.5$  meters in size, will hold 2,217kg (112.3 bushels) of wet rice at one time which is about the rice production of an average farmer in Taiwan. This bin is equipped with a perforated floor, a canvas air duct and a 1/4 HP electric blower. The air flow rate for this bin is 4 CFM/bu. The blower will deliver the right amount of air, 450CFM, at static pressure of 1.2" of water.
4. An experiment on the trial use of this small rice drying bin was conducted at the Seed Multiplication Station at Tungshih, Taichung during the harvesting seasons of two successive rice crops in the winter of 1962 and the summer of 1963.
5. At the time the experiment was progressing, the weather was very bad. It was cold, rainy and humid in the winter, hot and humid in the summer. Typhoon Wandy swept Northern Taiwan and Taichung with heavy rain fall when we were doing our experimental work at summer. At such unfavorable weather conditions, the result from drying with unheated air shows that it takes 14 days to dry a lot of wet rice from 24.31% (moisture content of rice) down to 17.34% in the winter, and 15 days from 20.18% down to 14.64% in the summer. For further drying, heated air is needed.
6. The result from drying with heated air at both winter and summer tests shows that it will reduce the moisture content about 1-1.5% per day if the fan operates 22 hours and the air is heated 10 degrees (centigrade) above the room temperature at 10 hours a day. No damage to the rice yield from the bin was indicated.
7. Due to the fact that Taiwan is a sub-tropical island, the humidity is at all times very high, a heater is still a necessary equipment for this small rice drying bin to speed up drying and keep the rice in good condition. Although the ordinary home-use cement coal stove is good for this purpose, but for safety a special-made drying stove, designed with indirect-fired heating system, was designed and made for this bin.
8. The cost of drying includes such costs as electricity, fuel and labor. The result from this experiment shows that the cost of drying with this small rice drying bin is pretty low in comparison with sun drying.
9. Further studies on the use of this small rice drying bin are needed. Especially the effectiveness of drying with unheated air at favorable weather conditions must be revealed.