

稻谷之乾燥及冷藏(上)

米 爲我們的主食，由於人民生活水準不斷提升，因而對米食的品質及口感要求漸趨嚴格。爲了確保品質及口感，除了廚師炊煮技術及稻谷品種選擇之外，最關鍵的是不外乎乾燥技術之適與不適了。本文即針對稻谷之乾燥及冷藏作業所需基本知識做簡單之介紹。

乾燥過程有兩個階段

每一樣東西要乾燥，必需經過「減率乾燥期」及「恆率乾燥期」。要說明其含義之前我們先看圖 1。

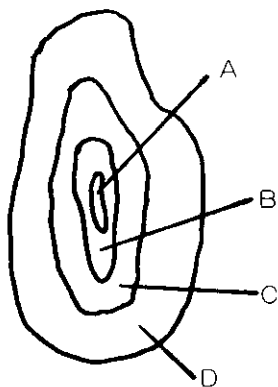


圖1. 谷粒構造

爲了更能了解「乾燥」兩個字的意義，先將谷粒（圖1）分成 A，B，C，D 區。在乾燥過程中 D 區內的水份最容易擴散到周圍空氣中而乾燥。亦即最快速乾燥。而 C 區內的水份要乾燥，需先要擴散到 D 區再擴散到空氣中而乾燥，B 區的水份同樣要經過 C 區，再到 D 區而蒸發，至於 A 區的水分擴散到空氣中，那就

更遠了。

由圖1可知 D 區的水份，幾乎不受任何阻擋可蒸發，這種情況宛如要乾燥菠菜葉一樣一直吹近乾燥空氣，菠菜葉很快被烘乾。

至於 A 區，B 區，C 區的水份蒸發速度，就隨乾燥物之品質及形狀大小之不同而不同。換句話說，無論送進如何高溫或乾燥之空氣，被乾燥物之乾燥速度自有某些限制。如果爲了爭取時間吹近大量又乾又熱的空氣，不但無法縮短乾燥時間，相反會破損其品質（如烤焦），那就失去乾燥之意義了。

但由於人工欠缺，漸由日晒方式改爲小型耗能源之柴油乾燥方式，進展到目前之大型乾燥貯倉時代（如各農會之大型貯倉）。可是由於大量貯倉管理不易，常有黃粒谷的出現而損壞了品質及口感。爲此無論國外或國內，多了防止貯藏過程中之意外發酵變質或自然變質，又漸採用「冷藏方式」。顧名思義，就是以低溫貯藏稻谷，以達到確保品質多目的之方法。本省、高溫多濕，冷藏貯倉顯然符合客觀條件。

爲敘述如何做好冷藏工作之前，我們先了解乾燥工學及熱力學的一些專問名詞之定義及必備之常識。

▲什麼是水份：表示水份，有二種方式。

濕量基準含水率 = $\frac{\text{含有水份之重量}}{\text{材料全部之重量}} \times 100\%$

乾量基準含水率 =

$$\frac{\text{含有水份之重量}}{\text{乾物 (除去材料中之水份) 重量}} \times 100\%$$

通常不特記時則使用前者。

現設定投入乾燥機材料 (稻谷) W_1 kg, 其平均水份為 $M_1\%$, 乾燥中或乾燥後之重量為 W_2 , 其平均水份為 $M_2\%$, 下式得成立

$$\text{則, } W_2 = \frac{W_1 \times (100 - M_1)}{(100 - M_2)} \text{ kg}$$

例：將水份22%，重量1000kg之稻谷投入乾燥機，乾燥到水份14%時，稻谷重量為

$$W_2 = \frac{1000 \times (100 - 22)}{(100 - 14)} = \frac{78000}{86} = 907 \text{ kg}$$

乾燥機帶走的水份；則為 $1000 - 907 = 93 \text{ kg}$

但在乾燥過程中，如有稻草或損失或什物飛散時，上式則不成立，故讀者應明記上式係為機械式之直標法。雖不正確，但確有其實用性，亦可做為約略之求值公式。

▲其次請看濕空氣線圖 (圖 2.)，我們將能獲得各種於乾燥或冷藏作業時所需知道的許多數值。

以下簡略說明。

①相對濕度：在同溫同壓同體積內所含水蒸氣量與同條件下所能含之最大水蒸氣量 (這時候叫做飽和狀態) 之比。通常

以%標示。如相對濕度為70%等。

②絕對濕度：一定體積中 (通常以乾空氣1kg為計算之單位) 與所含水蒸氣量kg之比，以kg/kg乾燥空氣標示。記住1kg空氣重量 = 1.2kg。

▲由加熱或冷卻與空氣濕度及溫度變化關係認識「結露」：氣溫愈低，其含水量愈少。因此將同一「絕對濕度」之空氣，降其溫度，到某一程度，其相對濕度即上升到100%就會發生結露現象。這時的溫度就是露點。下例為濕空氣圖簡單之使用法。讀者若將其用法把握在心，則有想不到之益處。尤其農會基層人員或日常從事稻谷乾燥或碾米廠人員，尤其重要。

我們使用溫度計有二種，如圖 3。

乾球溫度計～係為普通溫度計。

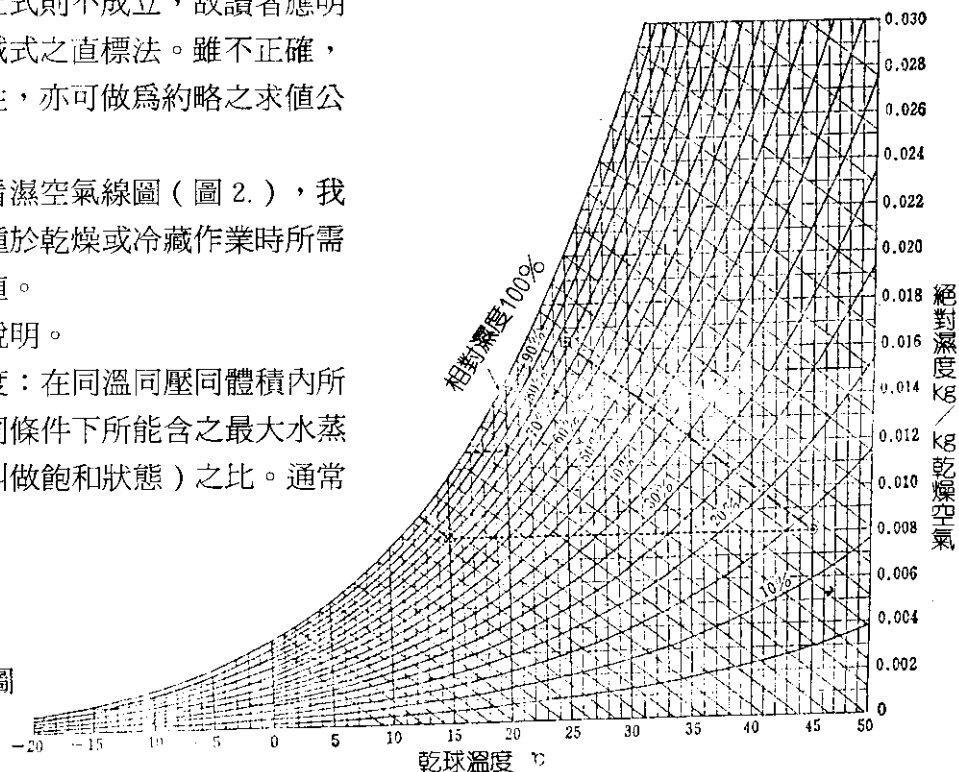


圖2. 濕空氣線圖

→ 濕球溫度計~以濕紗布包紮水銀部份之溫度計。

例題①：乾球溫度 15°C ，相對濕度75%之空氣，加溫到 45°C 時，相對濕度為幾%，這時之絕對濕度為幾 kg/kg ？

在加溫或冷卻過程中，若不加水份時其絕體濕度不變。故由 15°C 線（Y軸）與相對濕度75%曲線相交點，以橫向（X軸）走到與乾球溫度 45°C 線相交點，吾人將可發現其相對濕度約為13%，而絕對濕度為 $0.008\text{kg}/\text{kg}$ 。

例題②：溫度 20°C ，相對濕度80%之空氣，其露點為何？

乾球溫度 20°C 線與相對濕度80%相交點，再由於空氣絕對濕氣不變，故以橫向走到與相對濕度100%曲線相交點。其溫度為 16.5°C 。這就是「露點」。當時之絕

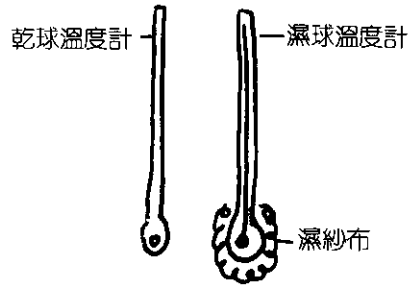


圖3. 乾、濕溫度計之不同

對濕度為 $0.0118\text{kg}/\text{kg}$ 。

在大型貯倉內壁，若有結露，必定影響倉內某部份之米質變黃，甚至發酵，因此對大型貯倉業來說，顯得格外重要。

由「濕空氣線圖」吾人如何求知榨出水份量呢？

例題③：如例題①所示，將加熱之空氣送進貯倉中而其排氣之溫度為 25°C ，此

28
45卷
17期

順光一心子

超級8槽式

日本特許第1392210號

稻谷
玉米
高粱

乾燥機

EC-505B

中日技術合作(KANEKO)

八槽式 6大特點：

- 高效率乾燥
- 特殊構造，耐久性
- 自動清除，零殘留

阿媽的吩咐
好吃的飯，
要薄層乾燥
絕對正確！

好米
好米
好米
好米
好米
好米

耗油量：1~6公升/時(煤油或高級柴油)

一次稻谷一五〇〇~七〇〇台斤
玉米二〇〇〇~八五〇〇台斤

經測定合格[®]等廠商

順光股份有限公司

台北縣土城市中央路3段81號
TEL: (02)2606111~6·2608611

農機
經銷
商

台北：(02) 6794682	金門：(082) 325281	花蓮：(038) 882586
桃園：(03) 4773863	彰化：(04) 8733627	台南：(06) 5987686
4732520	8523950	6852117
8897927	8897927	高雄：(07) 6212559
新竹：(035) 885886	雲林：(05) 6324879	6851987
5862167	嘉義：(05) 3792470	屏東：(08) 7883386
台中：(04) 9320136	台東：(089) 811345	7777723
5621196		

時之風量為 $2\text{m}^3/5$ （每秒2立方米）。問每小時能除去幾公斤之水份？

將熱空氣送進貯倉時，從周圍之空氣中吸收水份（乾燥過程）。當然其絕體濕度增加，而由熱空氣中吸收蒸發熱，故空氣降溫。至於降溫好多？吸濕好多呢？則可利用濕空氣圖之斜線部份（斷熱冷卻線）求得。

再看「濕空氣線圖」。

由例題②求得之 45°C （Y軸）與相對濕度13%線之相交點，沿著斜線（斷熱冷卻線）往上走與溫度 25°C 線相交處，即可求得排氣之絕對濕度為 0.0165kg/kg （但最初之空氣濕度為 0.008kg/kg ）。

故每公斤之乾燥空氣可帶走 $0.0165 - 0.008\text{kg} = 0.0085\text{kg/kg}$ 之水份，但空氣之比重為 1.2kg/m^3 ，又每秒送進 2m^3 之乾燥

空氣，故在例題②之條件下每秒可帶走

$1.2\text{kg} \times 2\text{m}^3 \times 0.0085\text{kg} = 0.0204\text{kg}$ 之水份了。

但1小時 = 3600秒，故其3600倍

則得 $0.0204\text{kg} \times 3600 = 73.4\text{kg/小時}$

這就是由稻谷中帶走之水份（注意上述係為機械式的直算法，實際上雖有微小差額，但上述標法確有其實用性）。

如果排氣之相對濕度為100%，即帶走的水份，就更加可觀。這留給讀者自己來計算（答案為每小時能帶走 82kg 。濕球溫度為 23°C ）。

要特別強調的是，乾燥空氣通過稻谷層行乾操作業時，濕球溫度為一定，而乾球溫度即逐漸下降。這現象由谷粒來說是吸熱現象，而由乾燥空氣來說，則為供熱現象。



動力噴霧機 高壓洗淨機

專業製造，具二十多年品牌信譽，並獲外銷績優廠，本公司產品齊全，並有對客戶做技術服務。

產品 · 農業用由每分輸送量10公升至300公升規格，壓力0~50kg/cm²
 · 工業用由每分輸送量4公升至150公升規格，壓力0~280kg/cm²

用途：菓園、茶園、咖啡可口園、園藝、室內栽培雜糧、殺物等農作物農藥噴灑防除病蟲害。農業機械、雞、豬、牛、羊等畜舍洗淨與消毒。

WL-25



每分出水量16L 壓力35kg

WL-45ASA
自動洩壓



每分出水量25L 壓力40kg

WL-51“新”



每分出水量50L 壓力50kg

WL-60



每分出水量126L 壓力35kg

WL-3000



每分出水量300L 壓力50kg

WL-2001MD



每分出水量19L 壓力150kg

WL-3001ED



每分出水量19L 壓力210kg

WL-25ASER



整組

經銷商

台北：雄豐02-3118554-6 員林：永吉04-8324493 台南：永欣06-2657466
 台中：美達04-2872324 斗南：三光05-962768-9 高雄：遠耀07-3515082
 新豐04-3395949 嘉義：三益05-2254247 東部：道昇039-882793
 豐原：茂隆04-5243586 合成05-2226157 義豐 義豐038-342126
 均茂04-5626345

多種機型資料備索

榮獲美國專利4546791號 榮獲國家專利26508-32002號

物理農業機械有限公司

電話：04-3303109-16 傳真：886-4-3339130

1. 平衡水份與乾燥速度之關係。

含有水份之物質，放在一定溫度及一定濕度之環境中一段足夠長的時間，該物質則會自動的吸收或釋出水份，而漸趨於與該環境之濕度相平衡。這時候該物質之水份叫做「平衡水份」(或平衡含水率)。

這平衡水份在貯藏中或乾燥過程中扮演著很重要的角色。在密閉谷倉裡，谷粒間之濕度，會應其溫度及水份，保持一定之相對濕度。此時之相對濕度叫做平衡濕度。這時候若選進比平衡濕度低的空氣時，稻穀會被乾燥，相反時稻穀會吸收水份。

一般在乾燥過程中之平衡水份與吸收水份過程中之平衡水份，嚴格說來有若干之差異。圖 4.所示為在某一溫度下稻穀與糙米乾燥過程平衡水份值。而在乾燥過程中送進之空氣只能乾燥到與該空氣之濕度

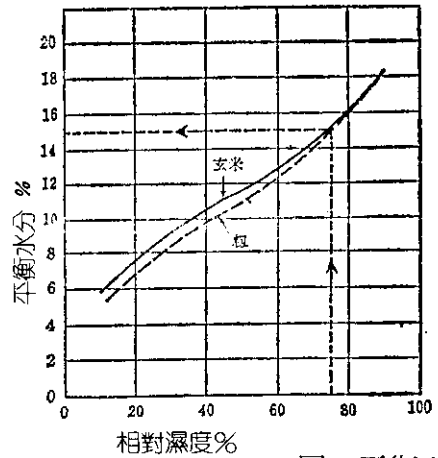


圖4. 平衡水份

與溫度相對之平衡水份而已。

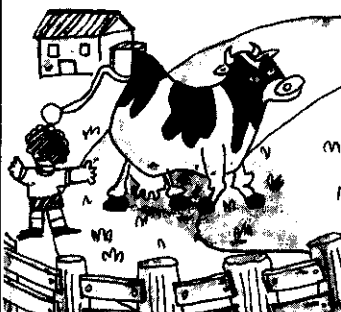
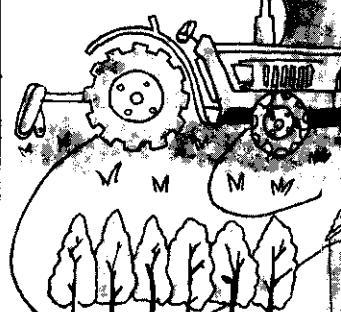
2. 乾燥之基本模式


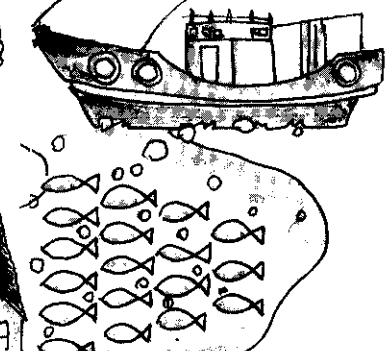
熱風進入谷層，其風溫漸漸下降，這就是「給熱過程」，而谷粒即由熱風裡吸熱而釋出水份，這就是由谷粒裡水份蒸發的過程，所以熱風溫度降低，而其濕度相對提升。谷層之乾燥就是這麼簡單。

大家的銀行——

合作金庫

TAIWAN COOPERATIVE BANK

富麗農村貸款、休閒漁業貸款
 農家綜合貸款、休閒農業貸款
 農家住宅貸款、加速農建貸款
 養殖漁業貸款、建造漁船貸款
 災害復興貸款、漁船週轉貸款
 污染防治貸款、農企業貸款

總庫·台北市館前路77號
 電話·3118811(分轉各單位)