

抑制稻穀發芽損失之研究

Study on the Inhibition of the Germination and Spoilage of the Unhulled Rice Harvested on Rainy Days.

by

臺大農工系講師 楊景文 Ching-wen Yang

一、前 言

我國水稻之收穫常遇長雨，以致讓稻穀發芽損失者，往往達到收穫量之10%左右^(註1)。防止此項損失之方法，目前可有下述三類：

1. 改變栽種時期，以避免收穫期碰上雨季。如利用塑膠布苗床以提早栽種及收穫時期。
2. 建造乾燥設備。
3. 延長乾燥前之不損壞期間。

以上各種方法都各有其長處及短處。第一之改變栽種時期，普通的年份確可收到效果，但是氣候變化多端；有時候第一期作插秧後之氣溫驟降而凍死秧苗，有時候偏偏在改變後的收穫期下長雨。第二之建造乾燥設備方法確可保持稻穀的品質。但是收穫期下長雨時，大量稻穀幾乎需要在同一時候乾燥，而夏季之濕穀在一夜之間就會發芽損壞，因此需在各處普遍地建立很大容量之乾燥設備才够應用。另一方面收穫期碰上長雨的事情并非每年會發生，所以對這一筆投資大家都似不大勇躍。第三之延長不損壞期間的方法是；認為臺灣目前情行之下，兩期收穫的稻穀發芽損失之防止，以暫先使其達到不發芽損失之一種安全狀態，以維持到天晴，然後利用太陽熱來作完全乾燥為最經濟。延長不損壞期間之方法可有冷凍、常溫通風、熱氣乾燥等等，都需要使用一些設備。筆者擬另試不需設備的方法來延長濕穀之不損壞期間。

濕穀之損壞可有發芽、化學變化、微生物之生長及因穀子之呼吸作用而發熱等等。但這些現象都是受穀子含水率之莫大影響。高坂知武教授說：「穀子皮部乾燥時，其生活就消極化，熱的發生也由此減少。」^(註2)依筆者觀察所及，若能控制穀子之水分，使其表皮呈乾燥狀，穀子就不發芽而各種損壞現象之進行也就變為非常遲緩。

凡物體之脫水，都是靠液體由蒸汽張力高的地方，移往蒸汽張力低的地方而來達成的。筆者想利用蒸汽張力低的乾燥材料來吸取蒸汽張力高的濕穀皮部之水分，濕穀皮部分水分減少後，其內部之水分將向皮部移動，而再被乾燥材料吸取。使用於這種目的之乾燥

材料宜為粒體或粉體，才易和穀子均勻地混合接觸，這些乾燥材料併需易在農村入手，尚且是不多實現款支出者，才不增加成本。

首先想到的乾乾材料為穀皮、鋸屑或乾草等，其中在農村較多者為穀皮，所以先以乾燥穀皮來作試驗。不過當考慮到每期新穀登場之時，前期稻之穀皮大都當燃料燒掉而存量不多，怕難獲得所必要之量；所以就使用爐灰為乾燥材料。爐灰是一種鉀肥，臺灣農友普通將其貯存在屋外，因此大部份肥份都被雨水流失。今後若能勸導農友將爐灰以乾燥狀態貯存於不受雨淋的地方，當收刈稻穀而碰上長雨時，用來吸收濕穀之水分；然後再將爐灰分離起來仍可當為肥料施用，當是一舉兩得。筆者曾經試過草木灰，煤炭灰及煤球灰之三種爐灰，後來發現煤球灰之效力較差，又農家使用煤球者也少，所以後來就不再試用煤球灰。

筆者所試驗的配合於前述吸濕法之另一種不費現款支出而要抑制稻穀發芽損失之手段為「翻轉」。就是使穀子經過空氣中而讓穀表和新的空氣接觸，以驅除包圍在濕穀表面之多濕氣膜，來促進濕穀水分之蒸散，併散發穀堆裏面所蓄積之熱。這是和常溫通風有異曲同工之效，不過常溫通風需要設備而翻轉即需要費力。以翻轉促進水分之蒸散一事，是要大氣之相對濕度不飽和才有效果。臺灣之下雨天大氣之相對濕度雖然可高達80~90%，但總不至於飽和。依 C. W. Hall 博士說，當氣溫在25~37°C，相對溫度在90%時，稻穀之平衡含水率為19.1% (w.b)^(註3)。因此可知翻轉可使濕穀之水分蒸散。

本試驗之進行承張建勳教授、高坂知武教授、湯文通教授、顏滄濤教授、蔣明南教授、林正義教授及徐玉標先生之指導，又在試驗上承李晔小姐、陳財松先生、施多喜先生、湯松義先生及魏松林先生之幫助，本研究所用之稻穀都承臺大農學院農場供給，另承國家長期發展科學委員會補助研究費，謹表謝意。

二、試驗材料及試驗方法

(一) 稻 穀：

為顧慮到剛收刈的稻穀之發芽性和晒乾後再浸水

的稻穀的發芽性質不同，不得不只採用剛收刈的稻穀為試料。臺灣的稻種之中，以臺中65號最具代表性，因此決定先就臺中65號水稻之稻穀進行試驗。

試料稻穀都採用早晨收穫者，以「粟篩」除去稈葉；可是總有少數小葉片及未熟穀等混雜着。若前夕下雨或前夜多露，試料就十分潮濕；不然就再加水後充分攪拌，使其有如在雨天收穫似的水分。每公升濕試料重量為470~610g不等，含水率高達40~59%（乾量基準含水率）。

(二) 吸濕用乾燥材料：

1. 穀皮（俗稱粗糠）：

磨穀之副產物。每公升重量為90~100g，含水率10~13%，pH為6.5左右。

2. 草木灰：

燃燒穀皮及稻葉之灰。每公升重量為150~200g，含水率4.5~6.4%，pH為9左右。為期混合後容易與稻穀篩別，以每吋28目之篩子篩過。其粒子之形狀大小如圖1所示。

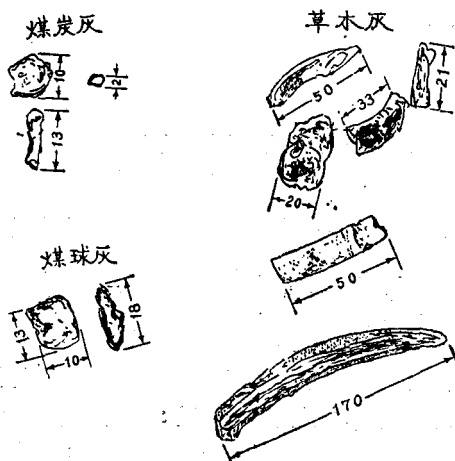


圖1：爐灰之形狀及大小，單位=0.01公厘
Shape and Size of ashes. Unit: 0.01mm

3. 煤炭灰：

煤炭爐灶之燃燒殘灰。每公升重量495~500g，含水率0.3~1.2%，pH約為11，以每吋28目篩子篩過，其形狀大小如圖1所示。

4. 煤球灰：

煤球爐灶燃燒過之有孔煤球殘滓，粉碎後用每吋28目之篩子來篩過，每公升重量475~480g，含水率0.5%，pH為7.8，其形狀大小如圖1所示。

(三) 試驗方法：

取一定量之濕穀，置於關閉之室內磨石地上，混合以一定量之前述乾燥材料各一種，充分的攪拌使其均勻地混合，然後堆為圓錐形。每隔一定時間測定穀

堆中央自地面5cm處之溫度、含水率、發芽之有無、發芽率、發芽長度等。要翻轉之試例：即按時作充分的翻轉，然後再以原來形狀堆放於原處。滿5天後攤開穀堆，測定前述各項併觀察其他所發生之現象。再將處理後之稻穀洗淨，以作發芽比較試驗。

含水率之表示法有濕量基準含水率(Wet basis)及乾量基準含水率(Dry basis)之兩種。前者為巷間常用之法，但在水分變化計算上不方便，所以本文除特別注明者外，概以乾量基準含水率來表示。這兩種表示法有下式之關係：

$$T = \frac{M}{100 - M}$$

T...乾量基準含水率 (db)

M...濕量基準含水率 (wb)

三、試驗結果

(一) 混合穀皮或爐灰於濕穀以抑制其發芽試驗結果如下：

1. 若不翻轉穀堆，冬天需混以濕穀重量之34%的乾燥穀皮才足以抑制稻穀之發芽。若每天翻轉8次則只混合8%就可抑制發芽，穀皮表面若呈顯乾燥狀時，翻轉次數就可以減少。

2. 若不翻轉穀堆，冬天需混合濕穀重量之6%左右之草木灰才足以抑制其發芽；在夏天則混合23%草木灰尚會發芽。若每天翻轉穀堆2次，則只混合3%左右也可抑制發芽。

3. 若不翻轉穀堆，在夏天混合23%煤炭灰於濕穀也尚會發芽；但若每天翻轉2次，則只混合5%左右也可抑制其發芽。

4. 稻穀含水率逾多時，需用逾多乾燥材料。氣溫逾高時也需用逾多乾燥材料。

(二) 穀堆之溫度有下述的特性：

1. 濕穀堆置後，堆中溫度就逐漸上昇。穀堆之體積與面積之比逾大時，堆中溫度就逾不易散發。例如20ℓ穀堆之溫度會比室溫高出2.5°C，而體積40ℓ之穀堆溫度則比室溫高出3.5°C。

2. 充分地翻轉穀堆，使穀子和新鮮空氣作良好的接觸，可使穀溫降低到接近於濕球溫度。

3. 經翻轉而降低溫度的穀堆，若再不翻轉而放置17小時後，穀溫就會再上昇到與從未經翻轉之穀堆的溫度一樣的高。

5. 穀子及乾燥材料都是非導體，所以其堆中溫度雖會受大氣溫度變化之影響，可是其變化幅度較小而遲。

(三) 穀堆中之水分有下述的特性：

1. 穀堆之體積之比逾小時，其水分之蒸發也逾容易。例如30 ℓ 與5 ℓ 之兩圓錐形穀堆，堆放5天後，後者之穀子含水率比前者少7%左右。

2. 翻轉可使穀堆中央之穀子換位置到穀堆邊緣，可使穀子周圍之多濕氣膜消散，又可使穀子和別的乾燥材料之粒子接觸而促進其水分之被吸取，所以每天翻轉次數逾充分時，其含水分之蒸發也逾快。

3. 乾燥材料若被混合於濕穀，就自濕穀吸取水分。筆者所測定之最大吸水率如下：

乾燥材料	最大吸水率	混合後時間及備註
穀皮	38.1%	22hr 後 (經5次翻轉)
煤炭灰	50.0	直後
草木灰	78.9	"
煤球灰	37.9	"

由此可知穀皮之吸水速度較慢而爐灰者則甚速，其中以草木灰之吸水率為最高。實際上吸水率更高時

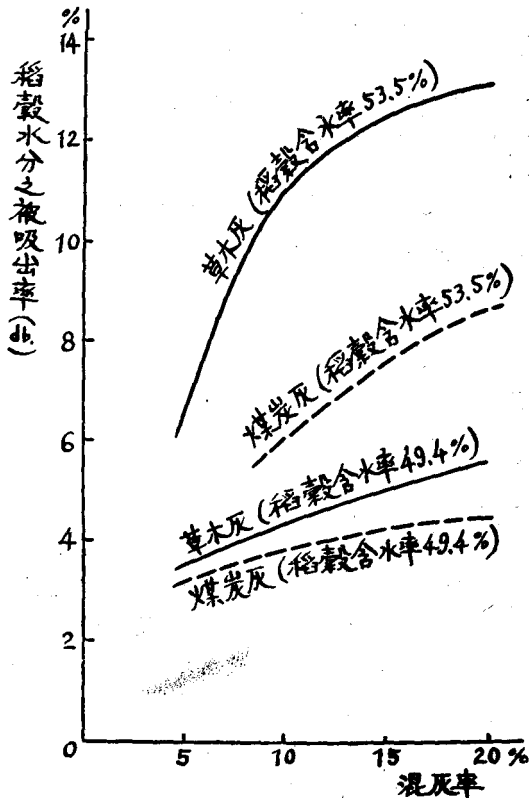


圖 2：爐灰混合率對稻穀水分在混合直後的被吸率之關係圖

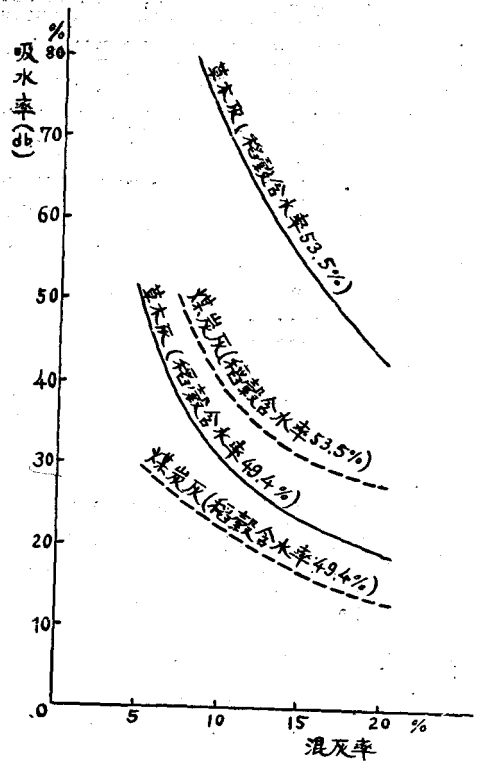


圖 3：爐灰之混合率與其混合直後自稻穀之吸水率之關係圖

，爐灰就附着在濕穀上而無法篩別，所以上表是可以篩別程度時之最大吸水率。

4. 乾燥材料之混合率較高時，濕穀被吸去之水分就較多，相反時則較少，如圖 2 所示。可是若反過來由乾燥材料這一邊來說：混合率較低時，乾燥材料可吸收較高含水率，較高時則相反：如圖 3 所示。因此宜將所有乾燥材料分為數次來混合於濕穀；則先混合一部份乾燥材料於濕穀，以期吸取較高水分率，然後以篩子或風鼓將其分離，再加另一部份乾燥材料以吸取殘存水分。這樣做可比一次混合全數乾燥材料時，自濕穀吸取更多水分；尚且不使穀堆體積加大，而有利於水分及溫度之散發，以利抑制稻穀之發芽損失。

5. 乾燥材料和濕穀接觸後自其吸收之水分，再讓水分逐漸地蒸發到大氣中去：如圖 4 所示。

6. 穀堆若不翻轉時，其表面穀子之含水率較易蒸發而堆中之穀子者就較難。例如含水率 47.1% 之稻穀 5 ℓ 堆放 5 天後，其頂端穀子之含水率為 29.1% 而堆底中央部穀子含水率為 44.1%。

(四) 受爐灰處理過的稻穀之發芽力有如下之變化

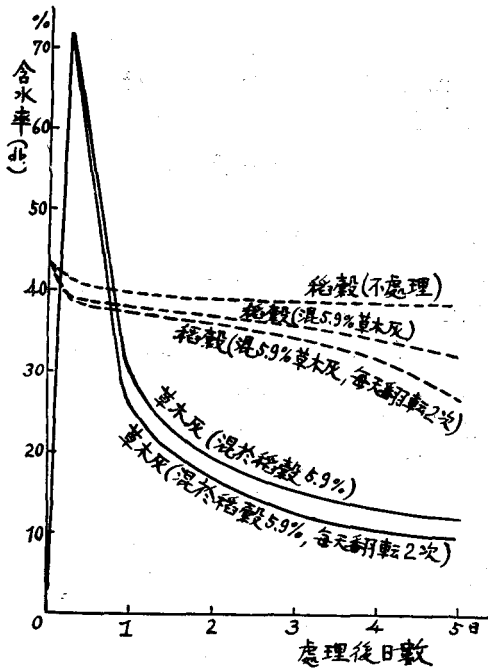


圖4：含水率43.3%之臺中六十五號稻穀作不同處理後之含水率變化狀況圖

處理種類	發芽率	12天後平均葉長
草木灰	78.0%	3.5cm
煤炭灰	60.8	8.0
煤球灰	60.0	3.0
不處理	69.7	13.5

(五)處理5天後之稻穀經晒乾碾白煮飯時風味不變。

四、結 論

臺灣的水稻在收穫時常遭遇長雨而不能晒穀，以致讓其發芽損失；而目前臺灣農友都沒有穀子乾燥設備。吾人認為在臺灣目前情行之下，防止此項損失之道；以暫先使稻穀達到不發芽損失之安全狀態，以維持到天晴，然後再利用太陽熱來作完全乾燥為最經濟。為尋求使零細農家可不費現款支出而能延長稻穀之不損壞期間的方法而進行本研究。所得結論如下：

農家應將每天由爐灶出來之爐灰貯藏於不受潮濕的地方，以備應用於搶救穀子之發芽損失或當肥料施用。則一旦在收穫時遭遇長雨，可將一部份爐灰混合於濕穀。其混合率宜依濕穀含水率之多寡而異：則含水率多時應混合較多爐灰，少時則相反。普通以混合至爐灰可用篩子等分離的程度為宜。若混合量不够時爐灰就吸收過多水分而附着於濕穀，所以無法篩落：此時應多加爐灰，使其達到可篩落的程度。這時候草

木灰最高可吸取其乾重之79%水分，煤炭灰可吸取50%，煤球灰可吸取38%。而使濕穀之水分降低。一般地說草木灰需混合以濕穀重量之3%以上，煤炭灰則需加5%以上，混合後將潮濕的爐灰分離除去，再加另一部份乾爐灰於稻穀。如此將乾燥材料分為數次混合，則比把全量爐灰一次混合下去，可自濕穀吸取較多水分。因為穀粒周圍被乾燥的新爐灰包圍，穀粒中央水分將逐漸地移往穀表而被爐灰所吸收。

普通需要處理3,000公斤濕穀農家，就需貯藏0.45m³以上之草木灰或0.3m³以上之煤炭灰。

另需將穀堆一天翻轉2次以上，翻轉時應使穀子和新鮮空氣作充分的接觸。這樣可使穀粒周圍之多濕氣膜消散，可使穀堆中央之穀粒轉換位置到穀堆周邊，又可使穀粒和別的乾燥材料之粒子接觸，而促使水分蒸散，併使蓄積於穀堆中的溫度散發。充分的翻轉可使穀溫降低到近於濕球溫度。當穀皮呈現乾燥狀態以後，每天翻轉次數就可減少。

堆放濕穀的形狀，應儘量的減少 $\frac{\text{體積}}{\text{表面積}}$ 之比，以促進穀溫及水分之散發。

受爐灰處理過的稻穀，不宜用為種子。因其發芽力已受到影響；則雖其發芽率幾乎不變，可是其稈葉生長速度較差。

處理後之爐灰，尚可當為鉀肥施用於作物。

除了爐灰之外，穀皮、鋸屑、乾草等之乾燥材料也可用於吸取濕穀之水分。若使用乾燥穀皮時，宜混合濕穀重量之10%以上，併每天翻轉8次左右，直到穀表呈現乾燥狀態，就可減少每天翻轉次數。因為穀皮之吸濕速度較慢，所以宜在混合後一天左右才把其分離，此時穀皮可吸取其乾重之38%左右之水分。分離工作若利用風鼓，當可促進穀溫及水分之散發，併可提高工作效能。

本法為針對不具備乾燥設備之廣大的零細農戶而作，其最大特點為不費現金支出，缺點為需要費勞力；但所用爐灰可使用為肥料。

參 考 文 獻

1. 盧守耕、湯文通、高坂知武、彭濟生：水稻收穫前後發芽損失之防止(1956) 臺灣大學校慶十週年專刊。
2. 高坂知武：防止穀堆發芽研究秘話(1955) 漫談農機具，臺灣農林月刊，第8卷、第9期、第14頁。
3. C. W. HALL: Drying Farm Crops. (1957) P21
4. S. T. DEXTER, J. W. GREIGHTON: A Method for Curing Farm Products by the Use of Drying Agents (1948), Journal of the A. S. A., Vol. 40, P70.

English Summary

The farmers in Taiwan dry their unhulled rice by sun. It often happens that a prolong rain comes at rice harvesting season and serious loss may be resulted. According to many years study on this field we recognize the most economical method is to inhibit the germination of unhulled rice until the weather clear up, then dry it by the sun. There are various methods for inhibiting the germination of unhulled rice. The purpose of this study is to seek a simplest method for the numerous small scale farmers to keep their rice from spoilage. The results of the study are as the follows:

Farmers are recommended to store up ashes which will able to be used either for preserving their rice or as the fertilizer. When a prolong rain comes at rice harvesting season, mix a part of the ashes with wet grain, then the ashes will absorb the moisture from the grain. Plants ashes may absorb moisture as high as 79% of its dry weight, and coal ashes may absorb 50% of its dry weight, right after mixing. The minimum mixing ratio of plants ashes to wet grain by weight is 3%, and of coal ashes to wet grain is 5%. After they are thoroughly mixed, then remove the moistened ashes by sieve and newly mix another part of the dry ashes to the grain. By this method more moisture will able to be removed from the grain, than mix whole quantity of ashes at one time, moreover the grain will be surrounded by dryer ashes instead of wet materials, thus it will able to absorb more moisture from the grain and it will effective for inhibiting

the germination. A farmer who harvest 3,000kg of grain has to store more than 0.45m³ of plants ashes or more than 0.3m³ of coal ashes.

It is also necessary to turn over the pile of the grain more than twice a day, hence it will hasten the evaporation of the moisture and the diffusion of the accumulated temperature. By means of thoroughly over turning the grain, its temperature will able to decrease to the wet bulb temperature. When the surface of the grain become dry, the frequency of turn over will able to be reduced.

When piling wet grain, must make best to reduce the ratio of volume to its surface area, hence it will hasten the moisture vaporization and the diffusion of grain heat.

It is not recommended to use the ashes-treated grain as seeds, although its germination ratio is almost alike, but its growing rate is slower.

If a farmer has not ashes, other dry materials such as dry chaff may be used for absorbing moisture from wet grain. The ratio of the chaff to be mixed, to the wet grain by weight, needs to be more than 10%, and also has to turn over the pile 4 to 8 times a day. Chaff may absorb the moisture, 38% of its dry weight. when the surface of the grain become dry, the frequency of turn over may be reduced.

By the method stated above, the spoilage of wet rice can be inhibited for several days and the farmers need not to spend a penny except their own labor. Moreover the ashes will able to be used as fertilizer.

歡迎投稿

歡迎指教