

# 稻穀水分含量分佈之研究<sup>1</sup>

洪梅珠<sup>2</sup>

## 摘 要

本試驗以越光及台梗號為供試驗材料，探討測定水分含量之最適樣品大小，進而據此調查稻穀在不同收穫期及收穫後不同階段的水分含量分佈情形，期作為適期收穫與改善乾燥及貯存措施之參考。

試驗結果顯示，利用單粒水分計與130°C恆溫乾燥法測得水分含量，其二者間之相關係數達0.99。溼穀狀態水分含量之變異係數大於乾穀，當容忍誤差為0.5%時，測定溼穀水分含量合理之樣品大小約271~298粒，乾穀約25~27粒，當容忍誤差為1%時，溼穀之合理樣品大小約68~75粒，乾穀則為6~7粒。

本試驗也發現同一單穗內各穀粒的水分含量仍有不同，且單穗溼穀的水分含量分佈幅度比乾穀大。不同成熟度收穫之稻穀，其水分含量分佈亦不同，提早收穫者，其分佈偏向高水分含量的方向，延遲收穫者，分佈則偏向低水分含量的方向。溼穀在存放過程，雖然平均水分含量變化不大，其單粒水分含量分佈之幅度及標準偏差，隨貯放時間之延長而變小。乾燥過程，平均水分含量隨著乾燥時間之延長而降低，標準偏差則有變小的趨勢，水分含量降到18%以後，標準偏差的變化漸趨於緩和。

**關鍵字：**水稻、水分含量分佈。

## 前 言

一般穀物的水分含量測定，是採用平均水分含量，但實際上平均水分含量相同的材料，其水分含量分佈情形可能不同<sup>(3)</sup>。過去因為測定單粒水分含量相當困難，所以很少進行有關水分含量分佈之研究。最近因為穀物水分含量測定技術的進步，已可利用單粒水分測定計測定單粒水分含量，蔡等<sup>(9)</sup>利用此技術，發現水稻單穗內的單粒水分含量分佈有相當大的範圍，而穀層內的水分差大時，不但碾米時需消耗較多的電力，碎米率亦增加，對米質有不良之影響<sup>(7,10)</sup>。然在台灣尚未有此方面之研究，故本文擬以在本省生產的稻穀為材料，探討稻穀在不同收穫期及收穫後不同階段的水分含量分佈情形，期訂定測量濕穀及乾穀水分含量時合理的取樣粒數，並作為適期收割與改善乾燥及貯存措施之參考。

<sup>1</sup> 台中區農業改良場研究報告第 0422 號。

<sup>2</sup> 台中區農業改良場副研究員。

## 材料與方法

### 試驗一

以1994年一期作種植於台中區農業改良場之越光及台梗9號為供試材料，田間採逢機完全區集設計，二重複，行株距30×15 cm，每小區10 m<sup>2</sup>，栽培管理以一般慣行法行之。成熟收穫後之濕穀，每樣品逢機取4000粒，利用單粒水分計(CTR-800E) (硬日本靜岡株式會社製) 梗測定單粒水分含量，其餘濕穀則在45℃恒溫下烘乾，再逢機取4000粒乾穀，測定單粒水分含量。並利用下列公式計算在濕穀及乾穀時，測定水分含量所需的合理取樣粒數，其統計方法如下：

$$\begin{aligned} \mu &: \text{真平均} & R &: \text{合理粒數} & \bar{X} &: \text{樣品平均} \\ \sigma &: \text{變方} & \varepsilon &: \text{容忍誤差} & 1-\alpha &: \text{機率保證} \\ \Pr[-\varepsilon < \bar{X} - \mu < \varepsilon] &= 1-\alpha & Z^2 &: \text{在} 1-\alpha \text{ 機率保證下之標準化值} & \Pr &: \text{機率} \\ R &= \frac{Z^2 \times \sigma^2}{\varepsilon^2} \end{aligned}$$

### 試驗二

以1994年二期作種植於台中區農業改良場之越光、台中190號、台梗8號、台梗9號、台農67號、台中秈10號為供試材料，田間採逢機完全區集設計，二重複，行株距30×15 cm，每小區10 m<sup>2</sup>，栽培管理以一般慣行法行之。收穫後之稻穀一部分利用微波爐乾燥，微波輸出功率分650 W、520 W、390 W及260 W四個變級，烘乾時間分1分、2分、3分、4分及5分五個變級。微波乾燥處理後之稻穀，每處理逢機取300粒利用CTR-800E單粒水分計測定平均水分含量，另外每處理取5公克之稻穀，在130℃恒溫下烘乾3 hr後測定水分含量。然後利用迴歸分析求算以CTR-800E單粒水分計與利用130℃恒溫乾燥法測得的水分含量間之關係。

### 試驗三

以種植於台中區農業改良場之越光及台梗9號為供試材料，田間採逢機完全區集設計，二重複，行株距30×15 cm，每小區10 m<sup>2</sup>，栽培管理以一般慣行法行之。適期收穫時，每重複取10穗(梗主莖)梗，其中5穗在濕穀狀態下，利用CTR-800E單粒水分計測定每穗內之單粒水分含量分佈，另5穗則以45℃恒溫乾燥後，再測定每穗內之單粒水分含量分佈。

### 試驗四

以台梗9號為供試材料，收穫期分三個變級，即分別於母莖90%、95%及100%轉黃時收穫。田間採逢機完全區集設計，三重複，行株距30×15 cm，每小區10 m<sup>2</sup>，栽培管理以一般慣行法行之。收穫後之濕穀每重複逢機取300粒，利用CTR-800E單粒水分計測定不同收穫期之水分含量分佈情形，此外並將濕穀以45℃恒溫烘乾後，逢機取300粒乾穀，測定單粒水分含量分佈情形。

### 試驗五

以種植於台中區農業改良場之越光及台梗9號為供試材料，田間採逢機完全區集設計，三重複，行株距30×15 cm，每小區10 m<sup>2</sup>，栽培管理以一般慣行法行之。收穫當天的濕穀與

放置1天，2天之濕穀，每重複分別隨機取300粒測定其單粒水分含量之分佈。同時將濕穀以45°C恒溫烘乾，烘乾過程每小時隨機取300粒，測定單粒水分含量。

### 結果與討論

稻穀水分含量的高低，不但影響貯存期的長短及米質的好壞<sup>(4)</sup>，同時亦影響稻穀的重量，尤其在買賣稻穀時，直接涉及公平交易問題。過去測定水分含量時，只能求得一個平均水分含量的數值，然有些樣品的平均水分含量雖同，但其穀粒間高低水分之分佈情形可能不同，因此了解水分含量分佈的特性及建立簡便的測量方法，對農民、乾燥者、貯存者、加工者及品質分析者而言是必要的。

單粒水分計(CTR-800)係將穀物經滾筒電極，一粒一粒壓碎後，利用滾筒電極的直流電阻方式，測定單粒之水分含量。然一個樣品需測定幾粒的稻穀，始足以代表一樣品之平均水分含量，這是一重要問題，本研究首先針對此一問題進行探討。從表一發現，越光及台梗9號於成熟收穫時之濕穀平均水分含量分別為25.2%及25.8%，以45°C恒溫烘乾後之乾穀平均水分含量則分別為14.6%及14.8%。變異係數濕穀時分別為16.3%及17.3%，乾穀時分別為8.8%及8.9%，即不論越光或台梗9號，其溼穀狀態水分含量之變異係數大於乾穀。而當容忍誤差為0.5%時，越光及台梗9號測定水分含量合理之樣品大小，濕穀時分別為271粒及298粒，乾穀時則分別為25粒及27粒。當容忍誤差為1%時，越光及台梗9號合理之樣品大小，濕穀時分別為68粒及75粒，乾穀時分別為6粒及7粒。由結果顯示，測定水分含量所需的合理粒數，以溼穀大於乾穀，此可能為溼穀狀態水分含量之分佈範圍大於乾穀，而使溼穀之變異係數大於乾穀所致。因此根據本試驗之結果建議，在溼穀狀態調查一樣品之水分含量時，若容忍誤差為0.5%時，合理取樣數約為271~298粒；若容忍誤差為1%時，則合理取樣數為68~75粒，始足以代表一樣品之平均水分含量。而在乾穀狀態，若容忍誤差為0.5%時，合理取樣數為25~27粒；若容忍誤差為1%時，合理取樣數則為6~7粒。

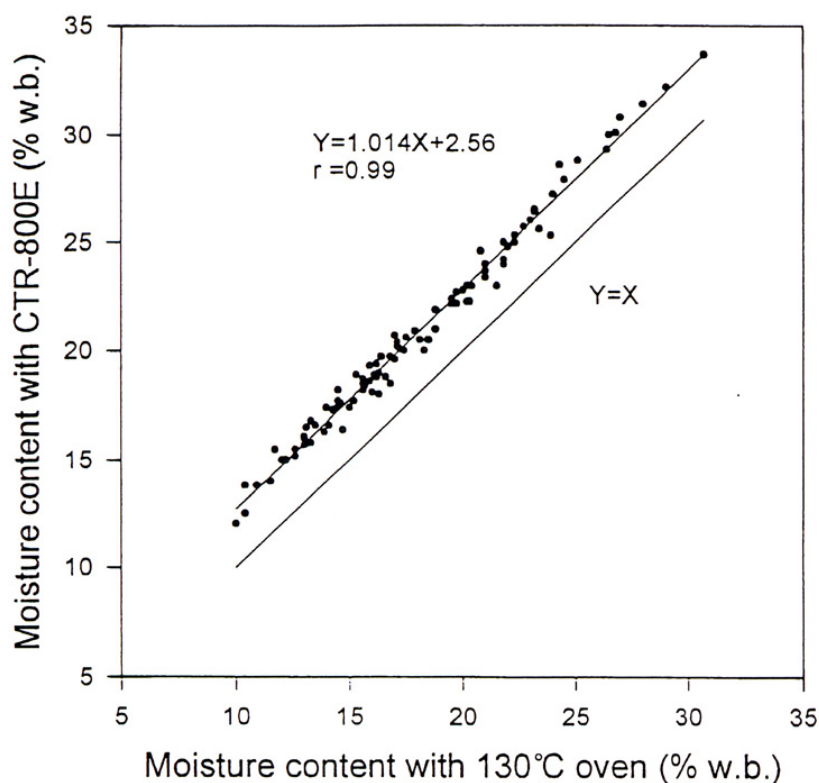
表一、越光及台梗9號濕穀及乾穀水分含量之變異係數與合理之樣品大小

Table 1. The coefficient of variation (C.V.) and reasonable sample size of moisture content for Koshihikari and Taikeng 9 before and after drying

	Koshihikari		Taikeng 9	
	Before drying	After drying	Before drying	After drying
Moisture content (%)	25.2	14.6	25.8	14.8
C.V. (%)	16.7	8.8	17.3	8.9
Reasonable				
sample (A)	271	25	298	27
size (B)	68	6	75	7

(A): Tolerable error ( $\epsilon$ ) is 0.5%.

(B): Tolerable error ( $\epsilon$ ) is 1%.



圖一、單粒水分計與 130°C 恆溫乾燥法間所測得之水分含量關係。

Fig. 1. The relationship of moisture content between single grain moisture meter and 130°C oven.

目前台灣栽培的水稻品種數目頗多，粳稻以台農67號、台梗8號、台梗9號的栽培面積較多，秈稻以台中秈10號較多，台中190號為中部地區栽培較多的早熟稻，越光則為良質之早熟稻。本文為探討以單粒水分計及以傳統的130°C恆溫乾燥法所測得的水分含量之關係。且希望所得之迴歸方程式 $y=2.56+1.04x$ ，能為普遍適於台灣大多數的水稻，故以上述水稻品種為材料，結果由圖一發現，以單粒水分計與利用130°C恆溫乾燥法所測得之水分含量，其相關係數 $r=0.99$ ，而迴歸方程式為

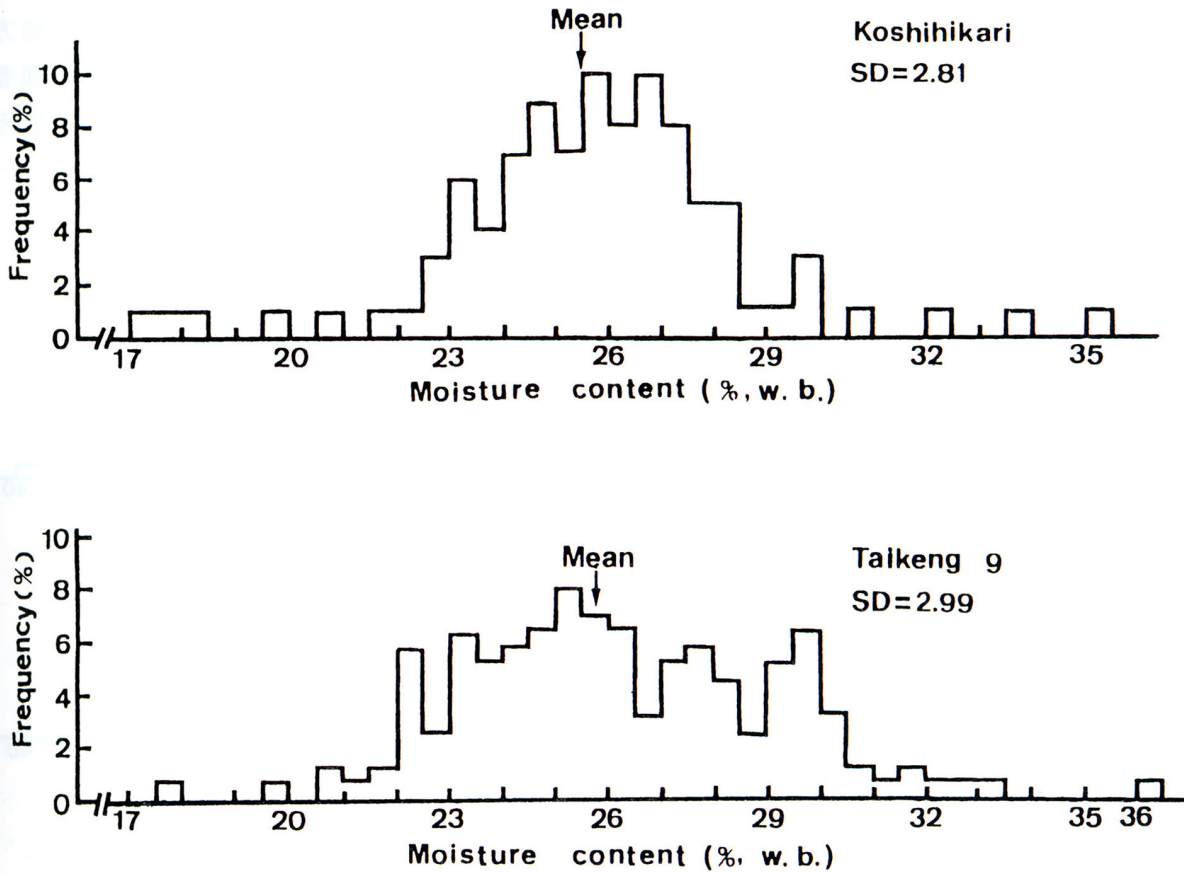
$$y=2.56+1.014x$$

y：以單粒水分計測得之水分含量  
x：以130°C恆溫乾燥法測得之水分含量

即兩種測定法間有正相關存在。

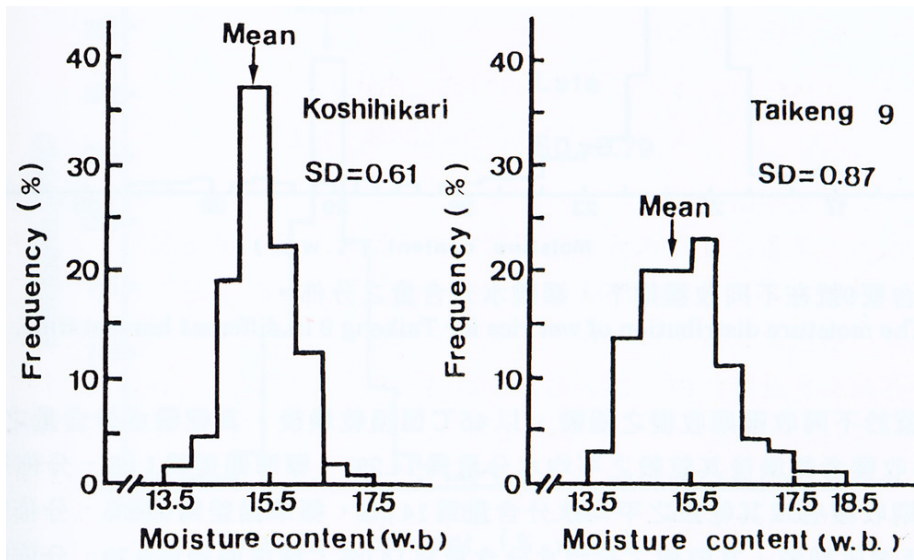
同一穀堆內，若穀粒間的水分含量差異大時，比較容易發生胴裂米，碾米時碎米率會增加，對米質有不良的影響<sup>(5)</sup>。而穀層內有水分高低不同的穀粒存在的原因，除了是人為因素將乾溼穀混合所造成的以外，即使生長在同一田間之單一品種，其株間、穗間之開花期不同<sup>(12)</sup>，這也是造成水分差的原因。濕穀時越光及台梗9號單穗之平均稻穀水分含量分別為25.5%及25.8%，單穗內之稻穀水分含量分佈則分別為17%~35%及17.5%~36%，標準偏差則分別為2.81%及2.99%(圖二)。乾穀時越光及台梗9號單穗之平均稻穀水分含量分別為15%及15.1%，單穗之稻穀水分含量分佈則分別為13.5%~17.0%及13.5%~18%，標準偏差則分別為0.61%及0.87%(圖三)。可知即使同一單穗內各穀粒的水分含量仍有不同，這可能是同一單穗內之每一朵穎花，其開花日期不盡相同所致。而比較圖二及圖三時，發現無論是越光或台梗9號其單穗濕穀的水分含量分佈幅度比乾穀大，標準偏差亦大。過去在品質檢定測定水分

含量時，均以乾穀的平均水分含量為對象，今後若能注意樣品溼穀及乾穀時之水分含量分佈情形，可能會比只比較乾穀時之平均水分含量，獲得較多對米質影響之訊息。



圖二、單穗內濕穀水分含量之分佈。

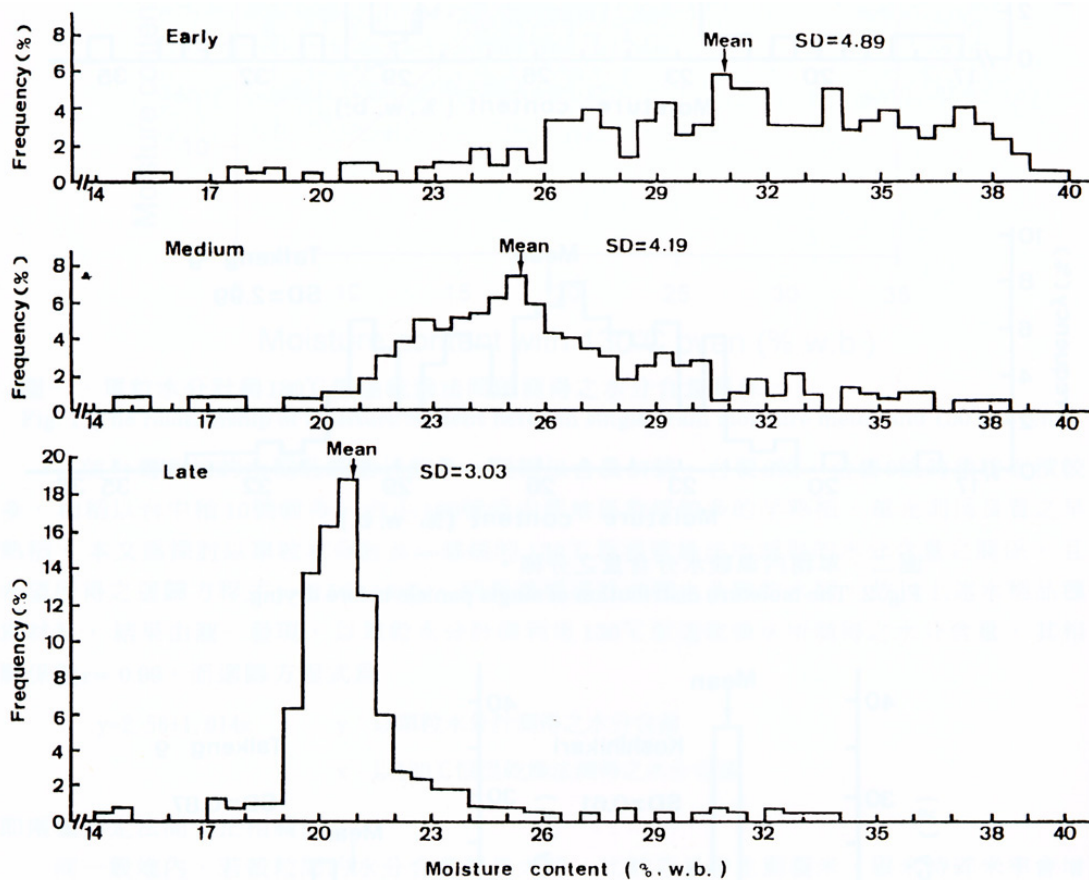
Fig. 2. The moisture distribution of single panicle before drying.



圖三、單穗內乾穀水分含量之分佈。

Fig. 3. The moisture distribution of single panicle after drying.

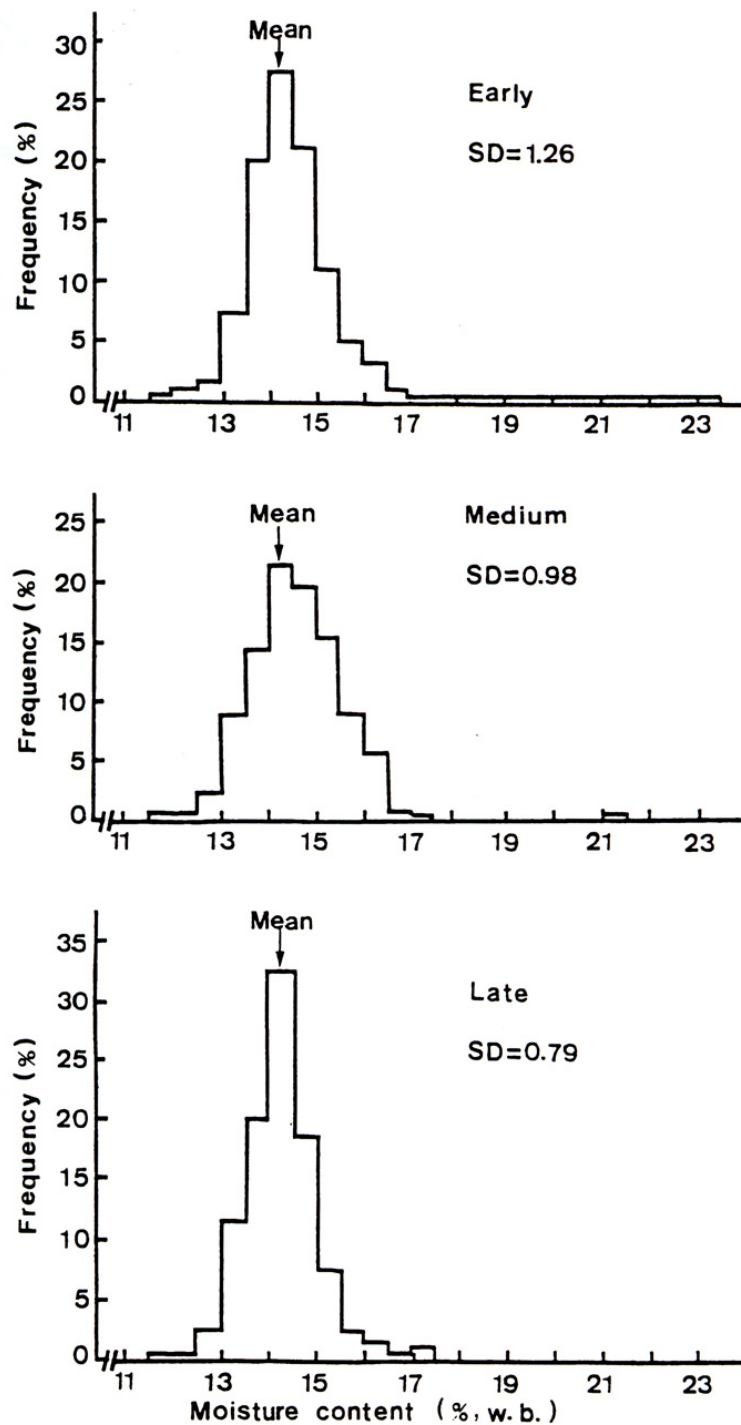
本試驗同時亦探討不同成熟度收穫之稻穀水分含量分佈情形(圖四)，發現提早收穫者，其溼穀平均水分含量為30.9%，標準偏差為4.89%，分佈範圍由15%~39.5%，水分含量26%以上之穀粒占了八成以上；適期收穫者，其平均水分含量為25.5%，標準偏差為4.19%，分佈範圍由14.5%~38%；延遲收穫者，其平均水分含量為20.9%，標準偏差為3.03%，分佈範圍14%~33.5%，大部分穀粒集中在19%~21%之間。提早收穫者，其分佈偏向高水分含量的方向，此可能為早收者，其青米粒多<sup>(8)</sup>，而青米粒的水分含量比一般米高<sup>(11)</sup>所致。延遲收穫者，其分佈則偏向低水分含量的方向，此可能為青米粒減少，且穀粒過熟所致。早收者一般因青米粒多，晚收者則因胴裂粒多<sup>(10)</sup>而影響糙米之品質，因此適期收穫為確保米質之要件之一，故欲收穫前可先測定稻穀之水分含量分佈，作為適期收穫之參考。



圖四、台梗9號在不同收穫期下，濕穀水分含量之分佈。

Fig. 4. The moisture distribution of wet rice for Taikeng 9 in different harvest time.

台梗9號於不同收穫期收穫之稻穀，以45°C恒溫乾燥後，其乾穀水分含量之分佈如圖五所示。提早收穫者乾燥後其乾穀之平均水分含量為14.2%，標準偏差為1.26，分佈範圍由11.5%~23%；適期收穫者，其乾穀之平均水分含量為14.3%，標準偏差為0.98%，分佈範圍由11.5%~21.0%；延遲收穫者，其乾穀之平均水分含量為14.0%，標準偏差為0.79，分佈範圍由11.5%~17%。由此結果顯示：不同收穫期收穫之稻穀，乾燥後其乾穀之平均水分含量雖然相近，但分佈範圍卻不同。證實平均水分含量相同的稻穀，其水分分佈範圍可能不同。過去在品質檢定測定水分含量時，均以乾穀的平均水分含量為對象，今後若能注意樣品乾穀時之水分含量分佈情形，可能會比只比較平均水分含量，獲得較多對米質影響之訊息。



圖五、台梗 9 號在不同收穫期下，乾穀水分含量之分佈。

Fig. 5. The moisture distribution of dry rice for Taikeng 9 in different harvest time.

貯存及乾燥對米質之影響很大，故本實驗亦探討貯存及乾燥過程中稻穀水分含量之變化，以做為改善米質之參考。表二為越光及台梗9號在適期收穫後，以濕穀存放2天，在這期間稻穀水分含量之變化情形。由表二發現，越光收穫當天濕穀的平均水分含量為25.5%，水分含量分佈在14.5%~38.5%之間，標準偏差為4.19；而台梗9號收穫當天的平均水分含量為25.2%，水分含量分佈在14%~39%之間，標準偏差為4.30；證實剛收穫的稻穀堆內已有水分差存在。

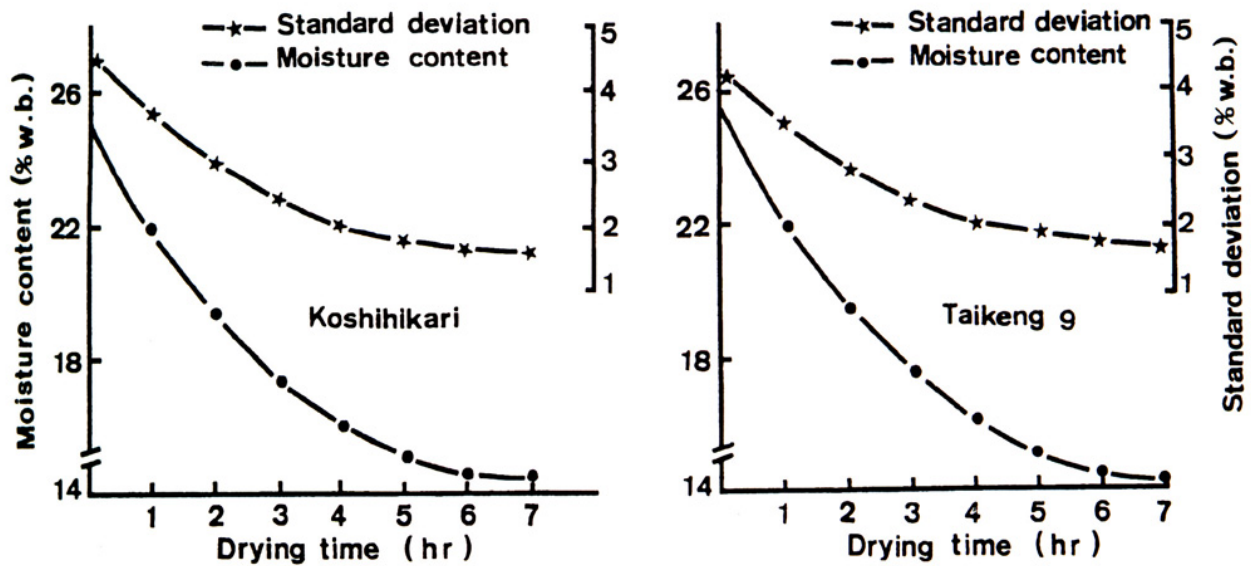
表二、越光及台梗 9 號在貯放期間，濕穀之水分含量變化

Table 2. Variation in moisture content of wet rice during the process of storage for Koshihikari and Taikeng 9

Storage time	Koshihikari			Taikeng 9		
	0 day	1 day	2 days	0 day	1 day	2 days
Moisture content (%)	25.5	25.4	25.4	25.2	25.1	25.2
Variation Range	14.5	15.5	16.0	14.0	15.0	16.0
	38.5	37.0	36.0	39.0	37.5	36.5
Standard deviation	4.19	3.95	3.45	4.30	4.01	3.60

越光貯存1天後，平均水分含量為25.4%，水分含量分佈在15.5%~37%之間，標準偏差減小為3.95；貯存2天後，平均水分含量仍為25.4%，而水分含量分佈在16%~36%之間，標準偏差變為3.45%。而台梗9號貯存1天後，平均水分含量為25.1%，水分含量分佈在15.0%~37.5%之間，標準偏差為4.01；貯存2天後，平均水分含量為25.2%，水分含量分佈在16.0%~36.5%之間，標準偏差為3.60。一般收穫後之稻穀，到放入烘箱中乾燥，因作業上之關係，常需經過一段時間，在此過程中，水分可能發生移動。由本試驗之結果顯示，溼穀在存放過程中，雖然平均水分含量變化不大，其單粒水分含量分佈之幅度及標準偏差，卻隨貯放時間之延長而變小。這暗示因穀堆內的水分差，造成水分含量不同的穀粒間發生水分移動現象，即有吸溼及放溼現象發生，而此現象有助長胴裂米之發生<sup>(6)</sup>，故若以濕穀貯放時間過長，則有降低米質之虞。

圖六為越光及台梗9號在乾燥過程中，稻穀平均水分含量及標準偏差之變化情形。由圖六發現，無論是越光或台梗9號，其平均稻穀水分含量隨著乾燥時間之延長而降低，標準偏差隨乾燥時間之延長亦有變小的趨勢，且當水分含量降到18%以後，標準偏差的變化漸趨於緩和。水分含量高的稻穀在脫殼時，穀殼不易除去，且易破損，影響糙米品質<sup>(2)</sup>，而過分乾燥的稻穀，在碾米時容易形成胴裂米<sup>(1)</sup>，甚而變成碎米<sup>(4)</sup>。穀堆內水分含量的均一性，對米質的影響相當大。因此建議在進行乾燥時，除應考慮原料平均水分含量高低外，亦應依原料內之水分含量分佈，調整適當的乾燥措施，至於如何依水分含量分佈之變化，設定適當的乾燥條件，則有待進一步之探討。



圖六、越光及台梗9號在乾燥過程中稻穀平均水分含量及標準偏差之變化。

Fig. 6. Variation in rice moisture content and standard deviation during the process of drying for Koshihikari and Taikeng 9.

### 參考文獻

1. 何榮祥、洪梅珠 1995 稻穀乾燥技術與米質 台中區農推專訊 146:1~12。
2. 宋勳、洪梅珠 1995 水稻濕穀品質檢驗技術之研究(I) 台中區農業改良場研究彙報 47:23~31。
3. 加藤雄久 1981 生粳の一時貯留に關する研究 北陸農試研究報告 23:113~119。
4. 伊藤和彥、川村周三、池內義則 1985 玄米調質に關する研究 第一報薄い層の調質實驗 農機誌 47(2):169~175。
5. 村田敏、田川彰男、石橋貞人 1988 貯藏中穀物層の水分移動 農機誌50(2):55~64。
6. 長戶一雄、江幡守衛、石川雅士 1964 胴割米の發生に關する研究 日作紀 33:82~89。
7. 相原茂夫 1986 米の劣化と新乾燥法の開發 京大食糧科學研究所報告 49:8~10。
8. 荒井邦夫、河野恭應 1978 水稻の穂の發育に關する研究 第一報 穂上位位置別にみた穎花の發育の特徴 日作紀 47:699~706。
9. 蔡慶隆、山下律也、後藤清和 1987 穀物の水分移動特性に關する研究(3) 農機學會關西支部報告 61:41~45。
10. 蔡慶隆、山下律也、後藤清和 1988 穀物の收穫、貯留、乾燥中の水分分布 農業機械學會誌 49(6):599~604
11. Calderwood, D. L. 1979. Blending rough rice at different moisture contents. Paper 79-3552, ASAE Winter Meeting, Dec. 11-14, 1979, New Orleans, LA.
12. Rao, S. P. 1987. High density grain index among primary and secondary tiller of short and long duration rice. IRRN 12(4):12.

# Studies on the Moisture Distribution of Rice Grain<sup>1</sup>

Mei-Chu Hong<sup>2</sup>

## ABSTRACT

In these studies ,the reasonable sample size of moisture content of rice grain was established and the variation of moisture distribution in different harvest time and in post-harvest processing were identified. The correlation of moisture content between measured with single grain moisture meter and measured with 130°C oven were also studied.

The moisture content measured with single grain moisture meter was positively correlated with which measured with 130°C oven ( $r=0.99$ ). The resulting data indicates that when tolerable error( $\varepsilon$ ) is 0.5%, the necessary sample size needed 271-298 grains for wet rice, 25-27 grains for dry rice, but when tolerable error is 1%, the necessary sample size needed 68-75 grains for wet rice, 6-7 grains for dry rice.

It shows a wide moisture distribution within panicle, and variation of wet rice is larger than that of dry rice.It also shows different moisture distribution in different harvest time, the peak of moisture distribution of rice grain harvested earlier is moved to the way of high moisture content, and that of rice grain harvested latter is moved to the way of low moisture content.

The moisture content of wet rice has no significant change during storage,but the standard deviation of moisture content decreased in parralled with the length of storage time. The moisture content and its standard deviation decreased during dry processing, but after the moisture content is under 18%, the rate of change becomes slowly.

**Key words:** rice, moisture distribution.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0422 of Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Associate Agronomist of Taichung DAIS.