

# 滾筒摩擦式碾米機用於薏苡脫殼試驗改良<sup>1</sup>

何榮祥 梁榮良<sup>2</sup>

## 摘 要

薏苡種實外殼堅實，胚乳中央縱軸有一縱溝，脫殼時受兩脫殼滾筒擠壓而會產生應力集中現象，極易造成破碎情形。目前一般市售滾筒摩擦式小型家用碾米機，脫殼滾筒硬度為95度，轉差率約40%，以此種碾米機作為薏苡脫殼，其試驗結果顯示，滾筒間隙在50%薏苡寬度時，薏苡脫殼率可達80%以上，但破碎率亦高達已脫殼部份之80%，嚴重影響商品價值。

經改用不同硬度之脫殼滾筒並調整滾筒轉差率發現，較軟的脫殼滾筒能有效的降低破碎率。試驗結果，薏苡含水率在13%以下，使用硬度為75度之脫殼滾筒，配合35%的轉差率，在40~45%薏苡之滾筒間隙下，薏苡經兩次脫殼後脫殼率可達80%，破碎率則降低至10%左右。

## 前 言

薏苡(*Coix lacryma-jobi* L.)為一年生禾本科作物，原產熱帶地區。本省在日據時代即有栽培。薏苡原慣於旱田栽培，但因其具有適濕性，亦可像水稻一樣於水田栽培<sup>(1)</sup>，因此薏苡可作為水田轉作之替代作物之一。目前帶殼薏苡每公斤約30元，經脫殼、精白後每公斤則高達120元左右，價格差異極大，而薏苡的脫殼、精白尚未有專用機械<sup>(2)</sup>，一般都以碾米機直接處理，其成品破碎率偏高。本研究之目的在改良現有之滾筒摩擦式稻穀脫殼機，並探討脫殼滾筒硬度、轉差率、脫殼滾筒間隙及薏苡含水率等對薏苡脫殼率與破碎率之關係，以求取最佳之作業條件，俾作為日後推廣之依據。

## 材料與方法

### (一)材料與設備：

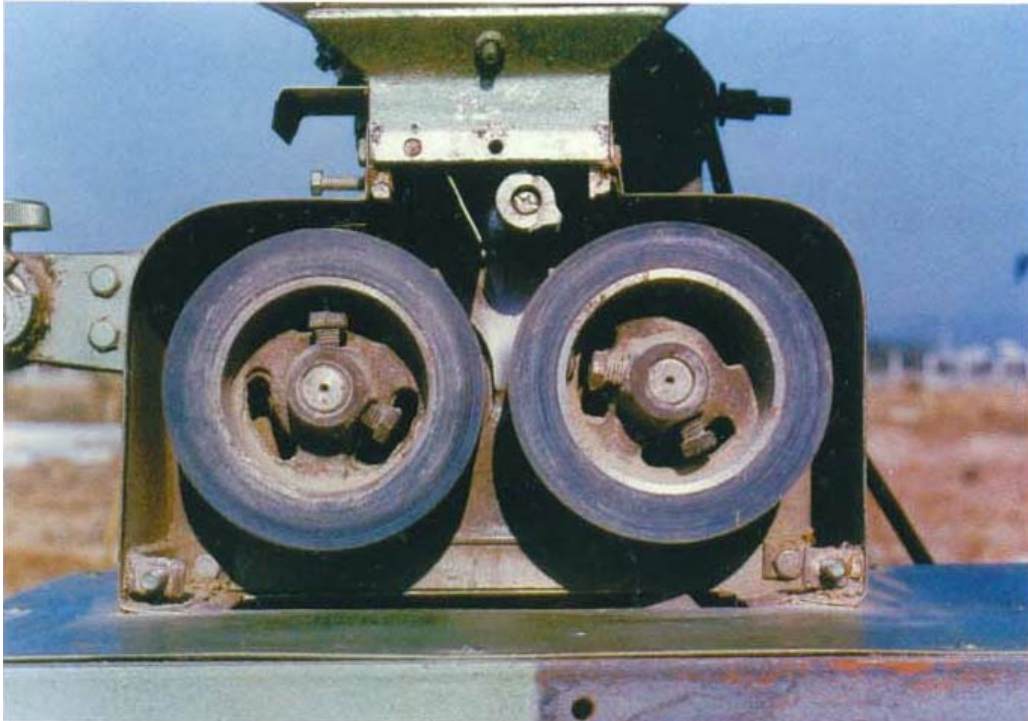
岡山種薏苡、厚薄規、游標卡尺、光電轉速計(Lutron DT-2232 ADL-P2 型)、小型家用碾米機(新勝光牌，2HP)，變速馬達、橡膠滾筒五組(直徑 125 mm，硬度分別為 95、75、65、60、45 度)。

### (二)機械改良：

1. 脫殼滾筒硬度由95度改為75度(圖一)。
  2. 脫殼滾筒轉差率由40%降為35%。
  3. 精白螺桿與網套間最小間隙由3 mm加大至6 mm (圖二)，螺桿轉速900 rpm。
- 改良後薏苡脫殼所處理之薏苡成品如圖三所示。

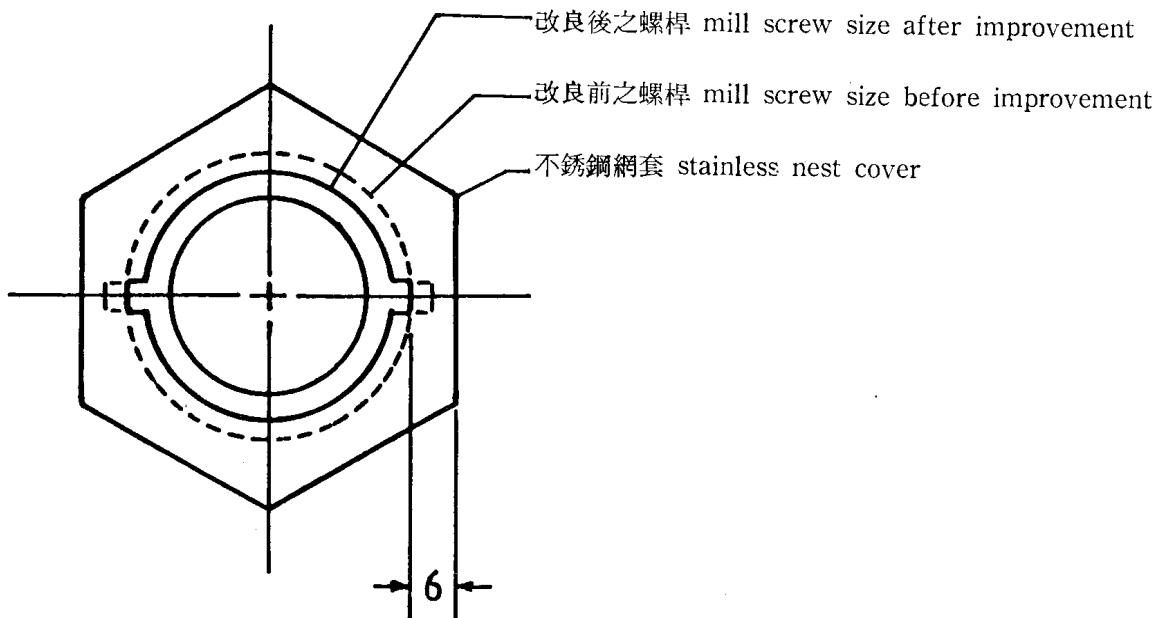
<sup>1</sup>臺中區農業改良場研究報告第0074號。

<sup>2</sup>分別為臺中區農業改良場農機股股長及前任股長。



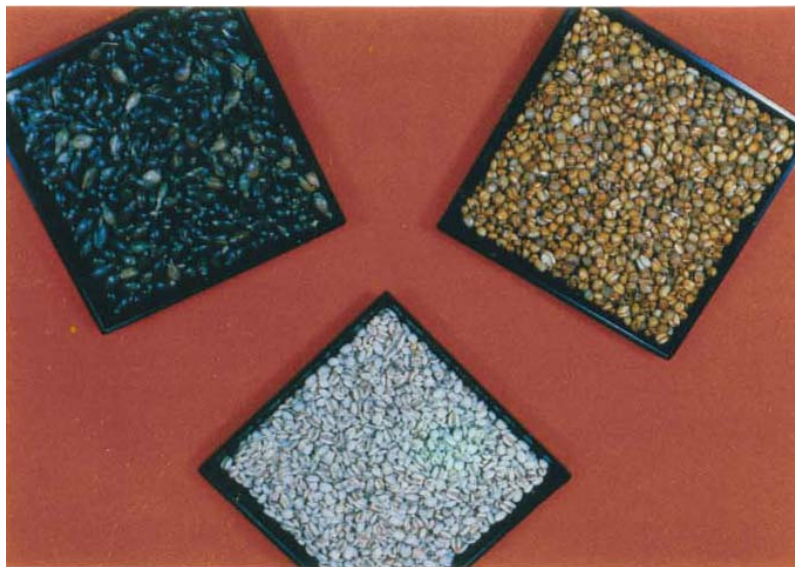
圖一、改良後之脫殼滾筒(硬度為 75 度)。

Fig. 1. Roller after improvement (Hardness 75°).



圖二、改良前後之精白螺桿示意圖。

Fig. 2. Mill-screw after improvement.



圖三、薏苡種實與脫殼、精白之成品。

Fig. 3. Grain and kernel of adlay.

### (三)測定項目與方法：

#### 1.脫殼滾筒硬度與轉差率對薏苡脫殼率與破碎率之關係：

以95、75、65、60、45等不同硬度之脫殼滾筒，在40%薏苡寬的滾筒間隙及15~40%之轉差率下，作兩次之薏苡循環脫殼後再計算脫殼率與破碎率。

#### 2.脫殼滾筒間隙對薏苡脫殼率與破碎率之關係：

使用硬度為65度之脫殼滾筒，在30、35、40、45、50%薏苡寬度之滾筒間隙下，作兩次薏苡之循環脫殼後再分別計算其脫殼率及破碎率。

#### 3.脫殼循環次數對薏苡脫殼率與破碎率之關係：

使用硬度為65度之脫殼滾筒，在35%之轉差率及45%薏苡寬之滾筒間隙下，作2~5次脫殼循環處理後，再分別計算不同脫殼循環次數下之脫殼率與破碎率。

#### 4.薏苡含水率對其脫殼率與破碎率之關係：

以同一批收穫的薏苡，先經日曬至含水率為20%左右時進行風選，去除雜物，然後將樣品置於40℃烘箱中，進行不同時間之乾燥後以塑膠袋密封，再經24小時均化後測定水份。以硬度75度之脫殼滾筒，配合35%轉差率，在2.3 mm脫殼滾筒間隙下，經兩次循環脫殼後計算其脫殼率與破碎率。

#### 5.脫殼處理及計算方法：

每次試驗量2 kg，每處理三重覆，脫殼處理後以人工分離為已脫殼、未脫殼、破碎粒三部份。脫殼率、破碎率及脫殼滾筒轉差率分別由下列公式計算。

$$\text{脫殼率}(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad W_1: \text{脫殼前薏苡重}$$

$W_2$ : 未脫殼部份重

$$\text{破碎率}(\%) = \frac{W_1 - W_2 - W_3}{W_1 - W_2} \times 100\% \quad W_3: \text{完整粒重}$$

$$\text{轉差率(\%)} = \frac{N - n}{N} \times 100\% \quad N: \text{高速滾筒轉速}$$

n: 低速滾筒轉速

## 結果與討論

### (一)脫殼滾筒硬度與轉差率對薏苡脫殼率及破碎率之關係：

以95、75、65、60、45度等五種硬度之脫殼滾筒，在40%薏苡寬度的滾筒間隙下，配合15~40%之轉差率，測試其脫殼率與破碎率，並求得各硬度下轉差率對脫殼率與破碎率之迴歸相關，結果如表一，其中45度之脫殼滾筒無脫殼效果外，各硬度之滾筒其轉差率對脫殼率影響均極顯著，95、75、65、60度之脫殼滾筒其相關係數分別為0.964667\*\*、0.9799\*\*、0.958993\*\*及0.932001\*\*。而轉差率對破碎率之影響隨脫殼滾筒硬度而異，而以硬度高之脫殼滾筒較硬度低者為顯著，再比較在相同的轉差率之下，脫殼率與破碎率對脫殼滾筒硬度之關係，其中脫殼率均隨脫殼滾筒硬度增加而增加，破碎率則以95度為最高，75、65度次之，60度最低。

表一、轉差率與脫殼率及破粒率之迴歸相關

Table 1. Correlation between hulling rate, breakage rate and slippage in different roller hardness

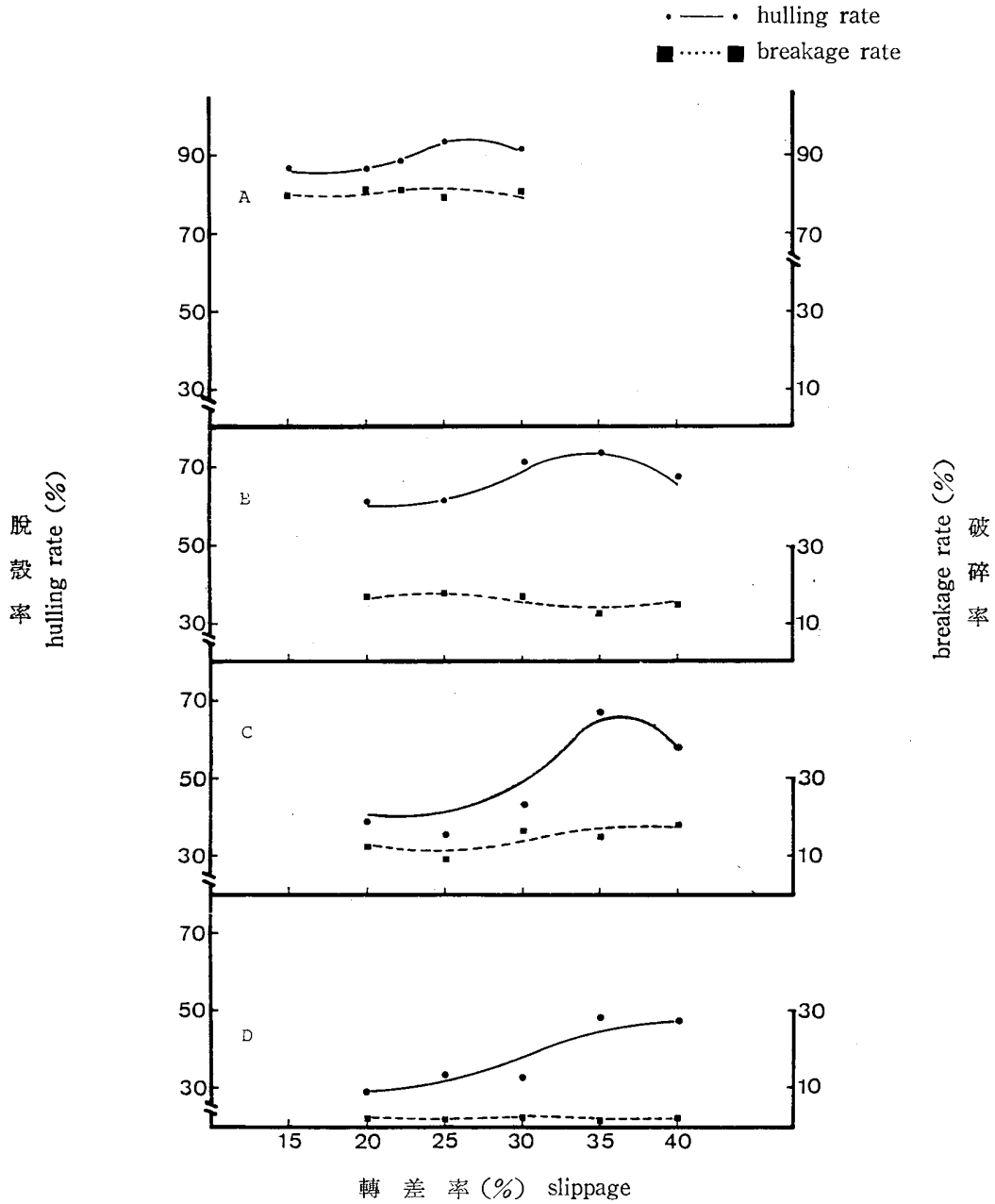
滾筒硬度 Roller hardness	轉差率與脫殼率 Slippage V.S hullingrate	轉差率與破粒率 Slippage V.S breakagerate
95°	$Y = 334.4 - 34.2X + 1.52X^2 - 0.02X^3$ $r = 0.964667^{**}$	$Y = 180.8 - 14.91X - 0.708X^2 - 0.0108X^3$ $r = 0.999219^{**}$
75°	$Y = 297 - 27.55X + 1.08X^2 - 0.012X^3$ $r = 0.9799^{**}$	$Y = -113.6 + 14.27X - 0.503X^2 - 0.0057X^3$ $r = 0.906317^*$
65°	$Y = 865.2 - 90.52X + 3.166X^2 - 0.035X^3$ $r = 0.958993^{**}$	$Y = 126.2 - 12.38X + 0.428X^2 - 0.0047X^3$ $r = 0.880803^*$
60°	$Y = 172.3 - 16.37X + 0.5882X^2 - 0.064X^3$ $r = 0.932001^{**}$	$Y = 16.22 - 1.495X + 0.053X^2 - 0.006X^3$ $r = 0.673649$

Note

\*\* 1% level.

\* 5% level.

根據庄司英信研究<sup>(3,4)</sup>，稻穀脫殼所使用的脫殼滾筒，根據稻穀之軟硬，其滾筒硬度在75~85度之間，在23%之轉差率及50%稻穀厚的滾筒間隙下，可獲得80%以上的脫殼率，而目前一般市售之滾筒摩擦式碾米機，脫殼滾筒硬度為95度，轉差率約40%左右，根據圖四所示，以此種碾米機直接應用於薏苡脫殼，將滾筒間隙調整至薏苡寬度之40%時，亦可獲得90%以上之脫殼率，但破碎率亦達已脫殼部份之80%，嚴重影響商品價值，因此降低脫殼滾筒硬度，可以有效抑制破碎率之發生，又60度之脫殼滾筒，能提供極低之破碎率，若配合多次脫殼循環，似乎為一良好的作業方式，但實際應用上多次循環所需的時間與電力消耗，將導致成本的提高，而且滾筒在長時間使用下，摩擦將導致滾筒溫度上升，滾筒硬度亦相對降低，更進一步影響脫殼率。以75度及55度兩種硬度之滾筒，各經使用於薏苡脫殼1000 kg後，硬度75度之滾筒直徑磨損1 mm，而65度之滾筒直徑磨損9 mm，兩者相差達9倍。



圖四、不同硬度之滾筒與轉差率對薏苡脫殼率與破碎率之關係。

※間隙為薏苡寬之 50%。

※脫殼滾筒硬度 A: 95°, B: 75°, C: 65°, D: 60°。

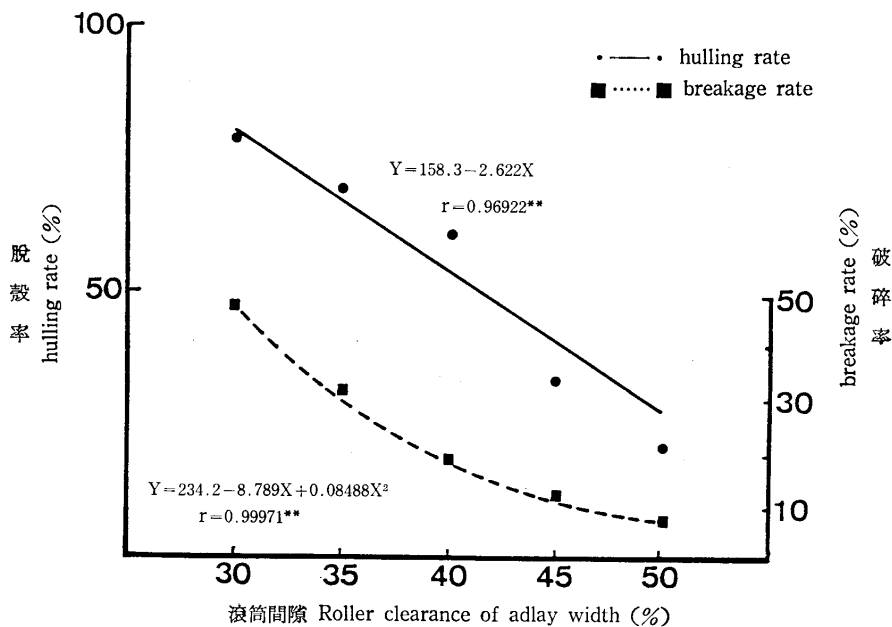
Fig. 4. The relationship between hulling rate, breakage rate and slippage in different roller hardness.

\*roller clearance: 50% of adlay width.

\*roller hardness: A: 95°, B: 75°, C: 65°, D: 60°.

## (二)滾筒間隙對薏苡脫殼率及破碎率之關係：

在脫殼過程中脫殼滾筒對薏苡所產生之擠壓力既為導致脫殼與破碎之主因，故對兩脫殼滾筒間隙的調整應予特別重視，經以硬度為65度之脫殼滾筒。配合35%之轉差率，將滾筒間隙分別設定在薏苡寬度之30、35、40、45、50%，測定間隙與脫殼率及破碎率之關係，如圖五，其迴歸方程式分別為 $Y=158.3-2.622X$ ， $r=0.96922^{**}$ 與 $Y=234.2-8.789X+0.08488X^2$ ， $r=0.99971^{**}$ ，脫殼率與破碎率均隨滾筒間隙縮小而上升，當滾筒間隙小於薏苡寬度之40%時，破碎率急速上升，滾筒間隙由薏苡寬之40%縮小至35%時，薏苡脫殼率增加13.1%，但破碎率亦增加12.2%，因此脫殼滾筒間隙以不小於薏苡寬度之40%為宜。



圖五、脫殼滾筒間隙對脫殼率與破碎率之關係。

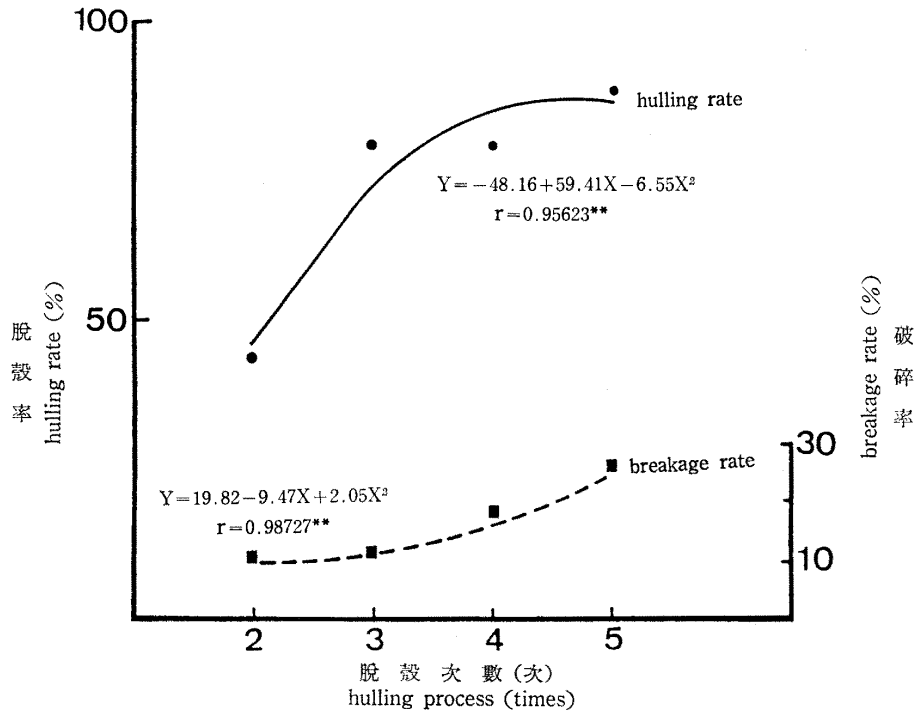
Fig. 5. The relationship between hulling rate breakage rate and roller clearance of adlay width.

## (三)脫殼循環次數對薏苡脫殼率與破碎率之關係：

目前農民在使用碾米機進行稻穀脫殼時，多以多次脫殼循環配合滾筒間隙的逐次縮小以提高脫殼率，但在薏苡脫殼時以此種操作方法並不適當，此外薏苡由於生理特性與栽培管理的不同，其粒徑大小不若水稻均一，當脫殼滾筒間隙保持一定，多次的脫殼循環並無法使脫殼率達100%，根據圖六所示，硬度為65度之脫殼滾筒，在35%之轉差率及45%薏苡寬度之滾筒間隙下，脫殼次數超過3次後，脫殼率增加有限，但破碎率則急速上升，因此脫殼次數以2次即可。

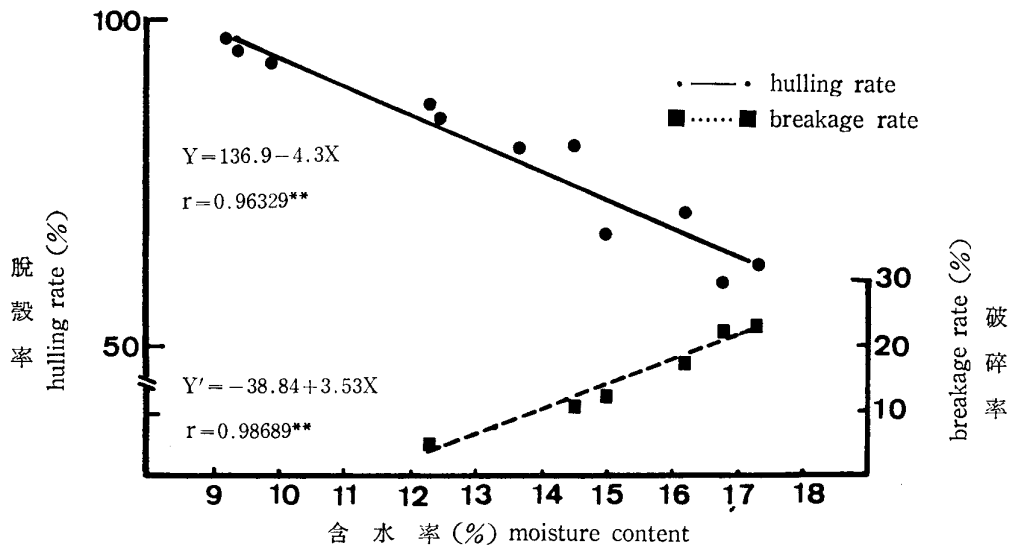
## (四)薏苡殼含水率對脫殼率及破碎率之關係：

根據研究，稻穀乾燥良好可增加脫殼率，減少動力消耗與提高品質<sup>(3)</sup>，薏苡在各種不同含水率下對脫殼率與破碎率之關係如圖七所示，脫殼率隨含水率下降而升高，破碎率則隨含



圖六、脫殼次數對脫殼率及破碎率之關係。

Fig. 6. The relationship between hulling rate, breakage rate and hulling process times.



圖七、薏苡含水率對脫殼率與破碎率之關係。

※滾筒硬度 75°，間隙 2.3 mm。

Fig. 7. The relationship between hulling rate, breakage rate and moisture content.

水率下降而減少，在兼顧儲存的條件下，薏苡含水率應控制在13%以下。

## 結 論

脫殼作用的產生主要是由於兩脫殼滾筒在脫殼過程中對薏苡產生擠壓作用，及在兩滾筒轉速不同下所造成磨擦作用所致，而薏苡種實結構特殊，胚乳中央縱溝受擠壓時會產生應力集中現象(圖八)，因而對擠壓作用反應敏感。在實際應用上除了需要儘可能減少破碎粒之發生外，尚需考慮作業效率、原料儲存與水電等消耗，因此應用上以使用硬度為75度的脫殼滾筒，配合35%的轉差率及40~45%薏苡寬之滾筒間隙，在薏苡含水率13%以下時進行脫殼為其最佳之作業條件。



圖八、薏苡之實種。

Fig. 8. Kernel of adlay.

## 參考文獻

1. 水島嗣雄 1981 畑煙作全書，雜穀篇，薏苡栽培的基本技術 pp.943-1039 農山漁村文化協會編。
2. 石田久喜男 1981 薏苡的栽培法與利用 pp.123-124 農山漁村文化協會編。
3. 庄司英信 1978 農業機械學概論 pp.321-327, pp.336-342 養賢堂 Tokyo。
4. 鏑木豪夫 1969 農業機械ハンドブック pp.697-706 農業機械學會編コロナ社 Tokyo。

# Studies on the Improvement of Adlay's Huller<sup>1</sup>

Jung-Hsiang Ho and Rong-Liang Liang<sup>2</sup>

## ABSTRACT

This experiment is focused on decreasing the milling breakage rate of adlay grain by using a conventional rice-huller.

Most of adlay grain was broken under the roller type rice-huller. It was found that rubber roller hardness, clearance and slippage between twin rollers were three major factors correlated to the kernel breakage. More than 80% of hulling rate was obtained by using the roller type rice-huller, under 95° hardness, 40% slippage, clearance of 50% grain width and 80% breakage rate.

From experimental result, softer rubber rollers could decrease adlay breakage rate. Under conditions of 13% grain moisture content, 75° hardness, 35% slippage, 40-45% of grain width-clearance and twice dehulling process, 80% of hulling rate and 10% of kernel rate were obtained.

---

<sup>1</sup> Contribution No. 0074 from Taichung DAIS.

<sup>2</sup> Head and Former Head of Agriculture Engineer of Taichung DAIS, respectively.