

搗精收率과 性能向上을 위한 研究(Ⅳ)

—研削·磨擦의 組合式 精白作用이 精白性能에 미치는 影響—

Study on the Improvement of Milling Recovery and Performance(Ⅳ)

—Rice Whitening Performance of the Combined
Abrasive- and Friction-type Whiteners—

金 三 道*, 鄭 昌 柱**, 盧 祥 夏**
Kim, Sam Do · Chung, Chang Loo · Noh, Sang Ha

Summary and Conclusions

Rice whitening is performed by basically two different whitening actions known as abrasive and frictional. The former adopted in the emery stone abrasive type whiteners and the latter in the jet-air friction type. Comparative milling yields and whitening efficiencies between the whitening system consisting of jet-air friction type whiteners only and the system consisting of both abrasive- and jet-air friction-types have not yet been rigorously defined.

This study was to examine the effect of combined operations of abrasive- and jet-air friction-type rice whiteners on milling yields and whitening efficiencies. The small capacity commercial units of the abrasive- and friction-type whiteners were used for the experiments. The combinations of whitening treatments were: 1) Once in the abrasive type and then two to three times in the friction type, 2) twice in the abrasive and then two to three times in the friction type and 3) three to five times in friction type. In these tests, counter pressures for the friction type whiteners were established differently as required to get about the same degree of whitening at the end of predetermined numbers of the repeated operations. The speed of emery stone and the slot angle of the screen were also the factors varied in the abrasive type whitener. Sheukwang rice variety having 13.05% M.C. was used in the tests. The dependent variables were the milled- and head-rice recoveries and electricity consumption.

The results of the study are summarized as follows:

1. It was found that in the whitening systems consisting of abrasive- and friction-type whiteners slot angle of the screen, the rotational speed of emery stone roller had significant effect on the milling yields and whitening efficiency. In general, the

* 成均館大學校 農科大學

** 서울大學校 農科大學

increase of the emery stone roller speed from 690 to 950 rpm presented a positive effect on milling yield, and one-pass abrasive milling combinations had higher milling yields than two-pass abrasive milling combinations.

2. It was apparent that if the slot angle of the screen and the speed of emery stone roller are modified and set at an optimum level, the combination whitening system consisting of abrasive- and friction-type whiteners is better than the pure frictional whitening system consisting of jet-air friction type in terms of milling yields and efficiencies.
3. In the rice whitening system consisting of abrasive- and jet-air friction-type whiteners, the best whitening performance was obtained when the slot angle of the screen and the rotational speed of emery stone roller were 45° and 950rpm, respectively, for the one-pass abrasive milling combinations. However, for the two-pass abrasive milling combinations, the best performance was obtained with 75° of slot angle and 950 rpm of the emery stone roller speed.
4. As compared with pure frictional whitening systems, the combination systems produced more milled rice by 0.8—1.0% point and more head rice by 0.5—1.5% point, and consumed less electricity by 0.15—0.20 Kwh per 100kg of milled rice when the abrasive whiteners were operated in the modified conditions as described in item 3 above. Further study is recommended to find out optimum operational and design conditions of abrasive type whiteners.

1. 緒 言

搗精에 있어서 무엇보다도 重要的 것은 最後에 生産되는 白米가 最高의 搗精收率과 높은 完全米收率을 얻을 수 있도록 모든 搗精過程을 最適狀態로 만들어 주면서 損失을 줄이는 것이다.

그런데, 搗精過程中에서도 가장 重要하고 作動條件 및 形態가 다양한 곳이 搗精作業의 마무리 部分인 精白機라고 볼 수 있다. 1981년 3월부터 同年 5월까지 서울大學校 農業機械化 研究室에서 實施한 우리나라 實搗精工場實態調査에 의하면 우리나라 實搗精工場의 精白機 保有臺數分佈는 3臺 以上の 精白機를 保有한 實搗精工場이 全體의 12.6%, 2臺를 保有하고 있는 工場이 50%, 1臺를 保有하고 있는 工場이 37.4%로서, 大部分의 實搗精工場에서는 1~2臺의 精白機로 1~4回 반복 순환시켜 精白作業을 完了하는 것으로 나타났다. 이러한 結果로부터 분풍 또는 흡입마찰식 精白機로 過度하게 出口抵抗壓力을 높임으로써 무리한 搗精이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

本 實驗에서는, 이렇게 무리한 搗精作業이 搗精業者들의 독자적인 動力節減 및 搗精能率의 向上을 위하여 수행되고 있음을 감안하여, 大部分의 政府米搗精工場과 일부 實搗精工場에서 使用하고 있는 研削式 精米機에 噴風磨擦式 精白機를 조합한 새로운 作業體系를 開發함으로써, 穀物이 吸入될 경우나 噴風磨擦式 精白機만으로 精白할 경우에 必然적으로 따르는 초기 内部壓力 上昇을 防止하고 玄米의 表面에 가벼운 상처를 誘發시킴으로써 搗精收率 및 完全米收率을 向上시키는데 있으며, 本 實驗의 具體적인 目的은 다음과 같다.

1. 研削式 精米機에서 玄米의 초기 研削作用이 搗精收率, 完全米收率, 動力消耗量等に 미치는 影響을 實驗적으로 究明하고,
2. 研削式 精米機의 操作上的 適正作動條件과 問題點을 把握하며,
3. 研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機를 組合한 搗精作業體系生의 分析 및 이러한 搗精作業體系가 精白性能에 미치는 影響을 究明하는데 있다.

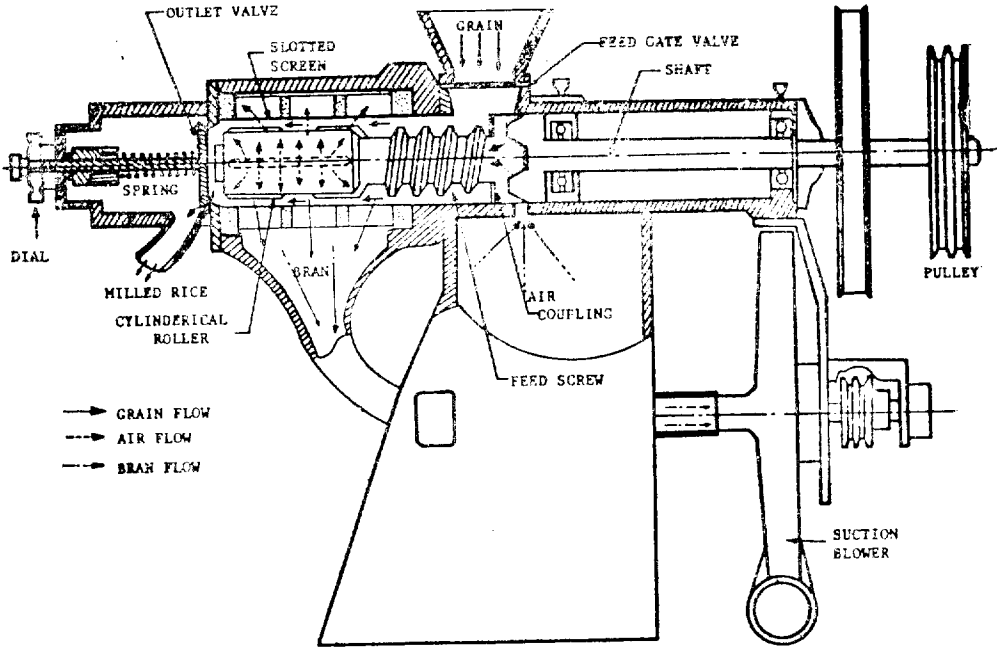


Fig. 1. Schematic drawing of friction type whitening machine used for experiment.

Table 1. Specifications of the friction-type whitening machine used for experiment

Items		Remarks	
Maker		#2 manufactured by Myung-Jin Rice Manufacturing Co. in Korea	
Type		Friction type with a suction fan	
Roller	speed	900—950 RPM	
	size(L×D)	185×85 mm	
Feed Screw (pitch×depth)		24×14.5 mm	
Screen	shape	Dodecagon	
	size(L×D)	260×104 mm (D:Long dia.) d=100 mm	
	slot size (t×l)	1.1×14.0 mm	
	slot angle	22°	
		opening ratio*	17.16%
Suction Fan	No. of vanes	10	
	speed	3800 RPM	
Normal Milling Capacity		500—600 kg/hr	
Power Requirement		5—6 HP	

* Opening ratio = $\frac{\text{Total slotted area}}{\text{Screen surface area}} \times 100$

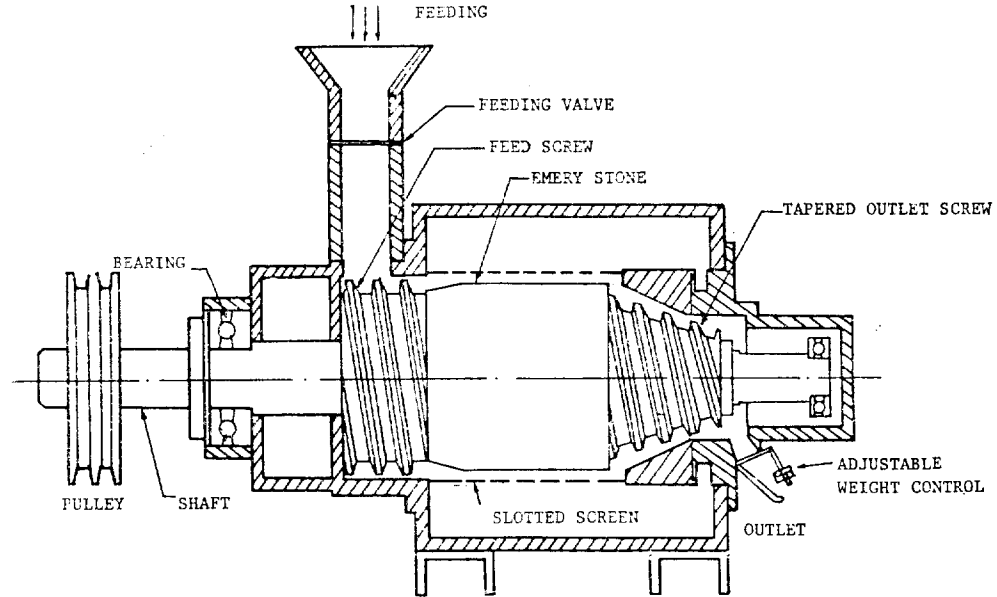


Fig. 2. Schematic drawing of abrasive type whitening machine used for experiment

Table 2. Specifications of the abrasive-type whitening machine used for the experiment

Items		Remarks
Maker		Dae Won Machine Work Company
Type		Abrasive-type
Emery Stone	speed	800—850 RPM
	size(L×D)	172—178 mm
Feed Screw	size(L×D)	85×19 0mm
	pitch×depth	26×14 mm
Tapered Outlet Screw	size(L×D)	105×162 (95) mm
	pitch×depth	30×8 mm
	tapered ratio*	31.9%
Screen	Shape	Circle
	size(L×D)	190×210 mm
	slot size(t×l)	1.3×22mm
	slot angle	45°, 75°
Normal Milling capacity		1200kg/hr (for 2-2.5% of bran removal)
Power Requirement		4—5 HP

* Tapered ratio = $\frac{\text{Long radius} - \text{Small radius}}{\text{Length}} \times 100$

2. 實驗裝置와 方法

가. 供試機

本 實驗에서는 서울大學校 農科大學 搗精實驗室에 設置되어 있는 噴風磨擦式 精白機 (그림 1.)와 研削式 精米機 (그림 2.)를 利用하였다. 實驗에 使用된 供試 精米機들은 現在 國內에서 많이 보급되고 있는 研削式 精米機와 噴風 磨擦式 精白機로서 各各의 諸元은 表 1.과 表 2.와 같다. 그리고 水平型 研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機를 必要에 따라 서로 교체하여 設置할 수 있는 하나의 實驗臺를 만들었다. 이는 本 實驗이 수행되고 있는 過程에서 평벨트, 중간축, 승강기등에서 發生하는 動力消耗를 削減하고 實驗要因에 依한 精確한 所要動力을 算出하기 위한 것이다.

나. 供試材料

本 實驗에 使用된 벼는 水原市 곡반정동에서 재배한 統一系 IRRI 342號(서광)로 서울大學校 農科大學에 設置되어 있는 Grain bin에서 常溫通風으로 건조한 것이었다. 이 供試벼는 Grain bin에 보관되었다가 1982년 3월에 製玄되었다며 玄米의 品位는 表 3.에 나타난 바와 같다. 搗精實驗에 使用된 玄米試料는 製玄作業이 끝난 후 試料의 均質性을 기하기 위하여 충분히 혼합되었다. 玄米試料의 平均含水率은 13.05%(w.b)이었고 製玄率은 82.75%(paddy basis)이었다.

다. 測定裝置

水平型 研削式 精米機 및 噴風磨擦式 精白機의 精白作業에 所要되는 平均動力을 算出하기 위하여 그

Table 3.: Properties of the brown rice sample used for experiment

Items		Observations	Remarks
Variety		IRRI-342	Tong-il variety
Grain size	Length(L)	6.420 mm	Sd=0.356
	Width(W)	2.675 mm	Sd=0.095
	Thickness(T)	1.960 mm	Sd=0.126
	L/T	3.275	
Bulk density (kg/l)		0.860	
Head grains (%)		93.016	
	Sound grains	78.665	Sd=1.792
	Greenish grains	8.135	Sd=0.560
	Stained grains	1.082	Sd=0.244
	Cracked grains	5.134	Sd=0.536
Broken grains (%)		6.898	Sd=0.932
Unhulled paddy (%)		0	* Sd=Standard deviation
Foreign material (%)		0.120	
Moisture content (w.b.)		13.05%	

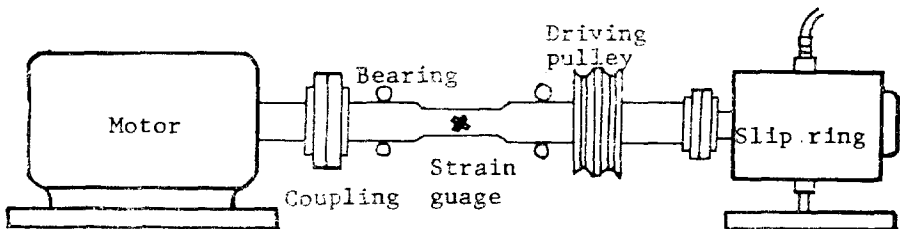


Fig. 3. Schematic diagram of the shaft torque transducer and its installation.

림 3. 과 같이 토오르크 변환기(Torque transducer)를 設置하여 토오르크를 測定하였고, 回轉計(Tachometer)에 依하여 電動機의 回轉數를 測定하였으며, 搗精에 所要되는 時間은 토오르크 변환기의 레코오드 기록계로 測定하였다.

또한, 토오르크의 測定은 스트레인 게이지 시스템을 利用하였으며, 이때 토오르크(T)와 스트레인(ε)과의 關係式은 다음과 같다.

$$T = 0.022119\epsilon + 0.05935 \quad (r^2 = 0.9996)$$

라. 實驗設計

研削式 精米機에서 精白性能에 影響을 미치는 要因으로는 金강사물러의 回轉速度, 供給率, 스크린의 스크트角度, 出口抵抗壓力 등이 考慮될 수 있으나, 本實驗에서는 수평형 연삭식 精米機의 金강사물러의 回轉速度와 스크린의 스크트角度가 精白性能에 미치는 影響을 究明하기 위하여 金강사물러의 回轉速度는 供試精米機의 仕様 回轉數(800~850rpm)인 820rpm을 中心으로 690, 820, 950rpm의 3수준으로 하였으며, 精白室을 構成하는 스크린의 스크트角度는 45° 및 75°의 2수준으로 하였다. 그리고 精米機의 供給口를 完全히 개방하고 出口抵抗壓力을 눈금 7 (31.6g/cm²)에 고정시킴으로써 精白性能이 연삭식 정미기의 金강사물러의 回轉速度와 스크린의 스크트角度에만 影響을 받도록 하였다.

噴風磨擦式 精白機에서는 精白性能에 影響을 미치는 要因들로 精白機물러의 回轉數, 스크린의 表面형상, 供給率, 出口抵抗壓力 등이 있다. 本實驗에서는 供試精米機의 仕様 回轉數가 900~950rpm인 것과 鄭등이 發表한 論文에서 적정回轉數는 出口抵抗壓力이 67g/cm²일 때 1,050rpm, 85g/cm²일 때는 850~1,050rpm으로 하는 것이 機械의 能率을 向上시킨다고 지적한 것을 土臺로 하여, 精白機물러의 回轉速度를 950rpm으로 固定하였으며, 精白室을 構成하는 스크린의 表面形象은 半圓球 모양의 突起를 일정하게 배열한 것을 使用하였다. 또한 供給口는 完全히 개방하여 出口抵抗壓力에 의해서만 影響을 받도록 하였다.

本 研究의 實驗은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 그 첫째는 純全히 噴風磨擦式 精白機만으로 處理하는 경우로서, 出口抵抗壓力을 變化시키며 所要搗精까지의 通過回數를 3,4,5회씩 한 것이고, 둘째는 研削式과 磨擦式의 두 精米機로 處理하되 通過回數를 여러가지 組合으로 變化시킨 것이다. 噴風磨擦式만의 搗精實驗은 通過回數가 자기 같은 組合式 搗精實驗과 搗精收率, 完全米收率, 動力消耗量 등을 서로 比較할 수 있도록 對比處理로 수행된 實驗이었다 두번째의 實驗에서 使用된 研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機의 組合은 다음과 같다. (그림 4. 參照)

Treatment notation	F5	F4	F3	C _I	C _{II}	C _{III}	C _{IV}
Flow of milling treatment	Friction	Friction	Friction	Abrasive	Abrasive	Abrasive	Abrasive
	Friction	Friction	Friction	Friction	Friction	Abrasive	Abrasive
	Friction	Friction	Friction	Friction	Friction	Friction	Friction
	Friction	Friction			Friction	Friction	Friction
	Friction						Friction
Counter-pressure set for friction-type whitener (g/cm ²)	21.45	35.95	50.45	79.45	64.95	50.45	35.95

Fig. 4. Process of consecutive treatments of abrasive-and friction-type applied for the whitening experiment.

- 1) 研削式 精米機를 1回 通過하고 噴風磨擦式 精白機를 2回 通過하여 精白을 完了하는 시스템(C_I),
- 2) 研削式 精米機를 1回 通過하고 噴風磨擦式 精白機를 3回 通過하여 精白을 完了하는 시스템(C_{II}),
- 3) 研削式 精白機 2回 通過하고 噴風磨擦式 精白機를 2回 通過하여 精白을 完了하는 시스템(C_{III}),
- 4) 研削式 精米機를 2回 通過하고 噴風磨擦式 精白機를 3回 通過하여 精白을 完了하는 시스템(C_{IV})이다.

이와같은 實驗處理의 組合은 「質搗精工場實態調査」의 結果로 나타난 質搗精工場의 實際 精米機 通過回數(2~4)를 一次的으로 考慮하였고 磨擦式精白機의 적정 出口抵抗壓力은 예비실험을 통하여 이러한 組合에서 所要의 精白도가 나타나도록 決定하였다. 各 組合에서 磨擦式 精白機에 設定된 出口抵抗壓力은 그림 4.에 주어진 바와 같다.

따라서, 組合式 搗精處理에서는 研削式 精米機에서 금강사 롤러의 回轉數를 3水準, 스크린의 스파트 角度를 2水準으로 變化시킴으로써 研削式과 磨擦式을 組合한 搗精作業의 總實驗處理數는 $3 \times 2 \times 4 = 24$ 가 되었고 各 處理마다 2反復으로 實驗하였다.

本 實驗에서 最終 生産되는 白米의 精白度를 判別하기 위하여 “Kett” 白度計(Whiteness meter)를 使用하였다.

3. 結果 및 考察

가. 噴風磨擦式 精白機의 出口抵抗壓力과 精白性能

本 實驗에서 噴風磨擦式 精白機의 出口抵抗力이 精白性能에 미치는 影響을 分析하기 위하여 實驗한

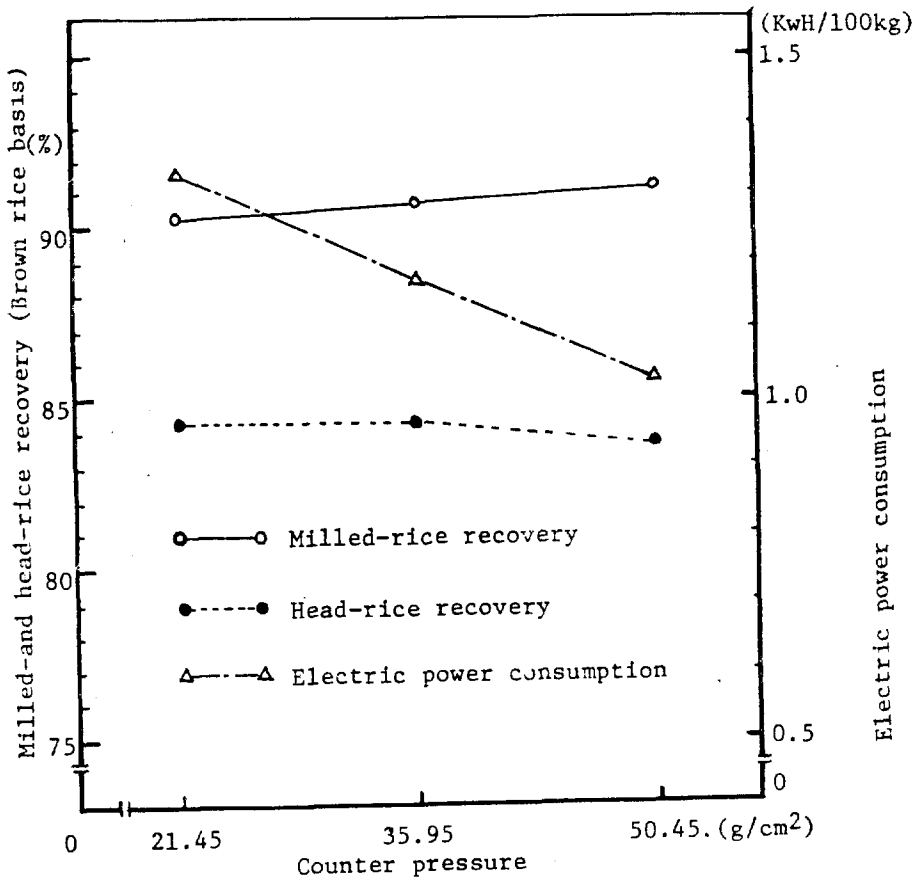


Fig. 5. Effect of counter pressure level of friction-type whitener on milled-rice recovery, head-rice recovery and electric power consumption.

搗精收率과 性能向上을 위한 研究(Ⅳ)

結果는 그림 5.에서 볼 수 있는 바와 같이 噴風磨擦式 精白機의 出口抵抗壓力은 搗精度, 搗精收率, 完全水收率等에 影響을 미치고 있는 것으로 나타났다. 噴風磨擦式 精白機에서 出口抵抗壓力이 높을수록 搗精收率은 약간씩 증가하며, 動力消耗量은 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 完全米收率은 出口抵抗 調整핸들 눈금 5에서 6사이 程度의 出口抵抗壓力에서는 별다른 차이가 없었으나 6以上의 出口抵抗壓力에서는 감소하는 것으로 나타났다.

나. 搗精收率

投入 玄米量에서 精白이 完了된 후에 最終的으로 回收한 白米의 重量을 求한 후 다음 式으로 搗精收率을 算出하였다.

$$\text{搗精收率} = \frac{\text{白米의 重量(kg)}}{\text{投入玄米重量(kg)}} \times 100$$

그림 6.은 各 處理에 따른 搗精收率을 나타낸 것이다. 여기에서 알 수 있는 바와같이 研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機를 組合한 作業體系의 搗精收率은 研削式 精米機의 金강사물러의 回轉速度가 증가할수록 증가하는 것으로 나타났으며(그림 7.),

研削式 精米機에서 金강사물러의 回轉速度를 950rpm으로 하여 研削한 후 噴風磨擦式 精白機에서 精白作業을 完了하는 경우가 搗精收率面에서 가장 바람직한 搗精作業體系가 되는 것으로 나타났다. 또한 研削式 精米機의 스크린에 鑢여있는 슳의 角度는 搗精收率을 결정하는 중요한 要因으로 나타났다. 그림 6.에서 보는 바와 같이 研削式 精米機에서 1回 通過하고 噴風磨擦式 精白機에서 나머지 搗精過程을 完了하는 경우(C₁, C_{II})는 金강사물러의 回轉速度에 관계없이 슳각도 45°가 75°보다 搗精收率이 다소 높았으나, 研削式 精米機에서 穀物을 2回 通過시킨 搗精作業體系에서 金강사물러의 回轉速度가 950rpm에서만이 75°가 45°보다 搗精收率은 높으므로 나타났다. 이와같은 結果의 原因은 分明하지 않지만 實用上 重要的 的의를 갖는다고 생각된다. 즉, 研削式과 磨擦式 精白機를 組合하여 利用하는 경우에 比較的 높은 作業軸 回轉速度에서는 슳각도를 45°보다는 75°를 택하는 것이 바람직한 것을 알 수 있다.

研削式과 噴風磨擦式을 組合한 搗精實驗處理에서

Table 4. Summary of ANOVA table for milled-and head-rice recovery and electric power consumption

Source of Variance	Degree of Freedom	Milled rice recovery	Head rice recovery	electric power consumption
Total	47			
Subplot	15			
Mainplot	5			
Block	1			
A	2	61,200**	517,250**	2,992N.S
Error(A)	2			
B	1	3,474N.S	64,125**	44,469**
A×B	2	0.790N.S	17,813*	15,781*
Error(B)	3			
C	3	32,250**	18,042**	924,967**
A×C	6	1,250N.S	3,271*	4,000*
B×C	3	1,750N.S	4.8671*	0.596N.S
A×B×C	6	1.500N.S	7.091**	4.49C**
Error(C)	18			

Note; A : Emery stone speed, 3 levels

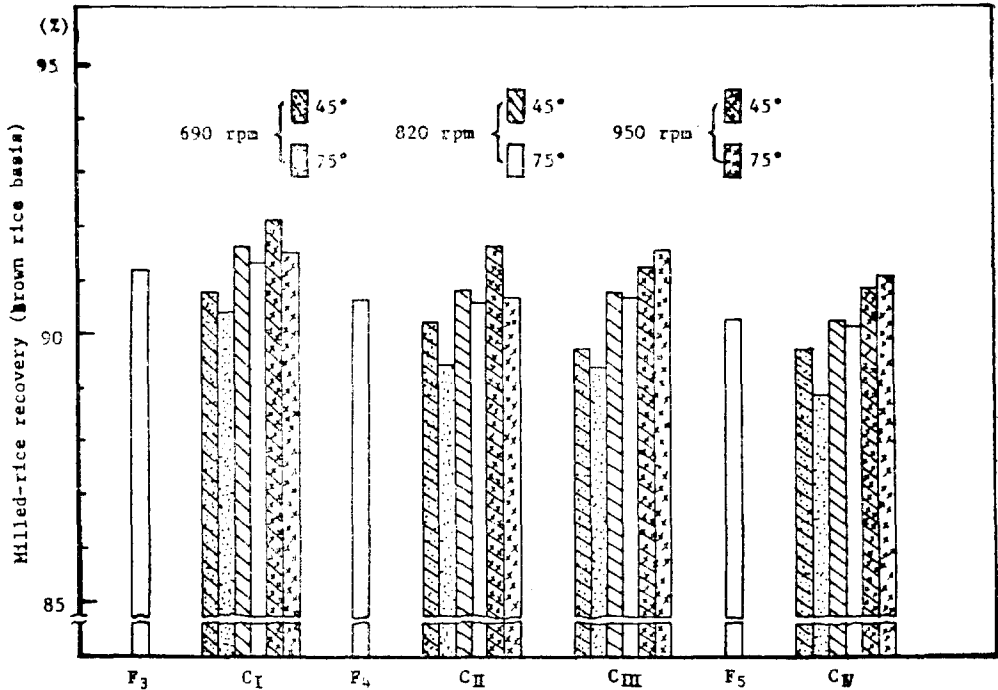
B : Slot angle, 2 levels

C : Combination of abrasive-and friction-type whiteners, 4 levels

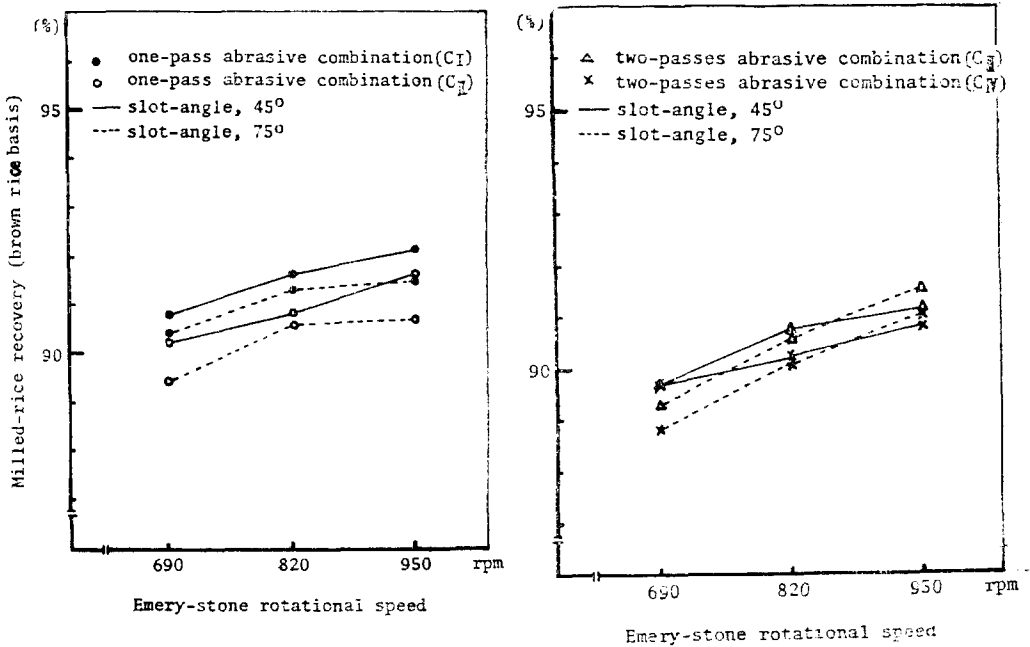
** : Significance for 1%

* : Significance for 5%

N.S : Non-significant



Note; F_i: Number of repeated for friction-type whitener
 C_I: Once in abrasive+Twice in friction, C_{II}: Once in abrasive+Three times in friction,
 C_{III}: Twice in abrasive+Twice in friction, C_{IV}: Twice in abrasive+Three times in friction.
**Fig. 6. Milled-rice recoveries for different combinations of abrasive-and friction-type whit-
 eners and varied slot angles and rotational speed of emery stone.**



**Fig. 7. Effect of emery-stone rotational speed on milled-rice recovery for different slot-angle
 of the abrasive-type whitener and for one-pass abrasive combinations (C_I&C_{II}) and
 two-passes abrasive combinations (C_{III}&C_{IV})**

는 研削式 精米機에서 1回 研削을 實施하는 것이 2回 研削하는 것보다 搗精收率面에서 좋은 것으로 나타났다. 研削式과 噴風磨擦式 精米機를 組合한 搗精作業體系와 순수한 噴風磨擦式 精白機만으로 精白作業을 完了한 경우를 比較해 보면, 두 作業體系에서 穀物이 精米機를 순환하는 回數가 같을 때에 組合式 搗精處理가 研削式 精米機에서 금강사물러의 回轉速度 950rpm으로 搗精作業을 實施한다면, 순수한 噴風磨擦式 精白機만으로 精白作業을 實施하는 것보다, 搗精收率이 0.8~1%程度 높게 나타났다.

實驗의 結果를 綜合的으로 表現하면 研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機를 組合한 搗精作業體系가 바람직하며, 研削式 精米機에서 穀物을 1回 通過시키는 경우는 금강사물러의 回轉速度를 950rpm, 스크린의 슳각도를 45°로 하고 2回 通過시키는 경우에는 回轉速度를 950rpm, 슳각도를 75°로 하는

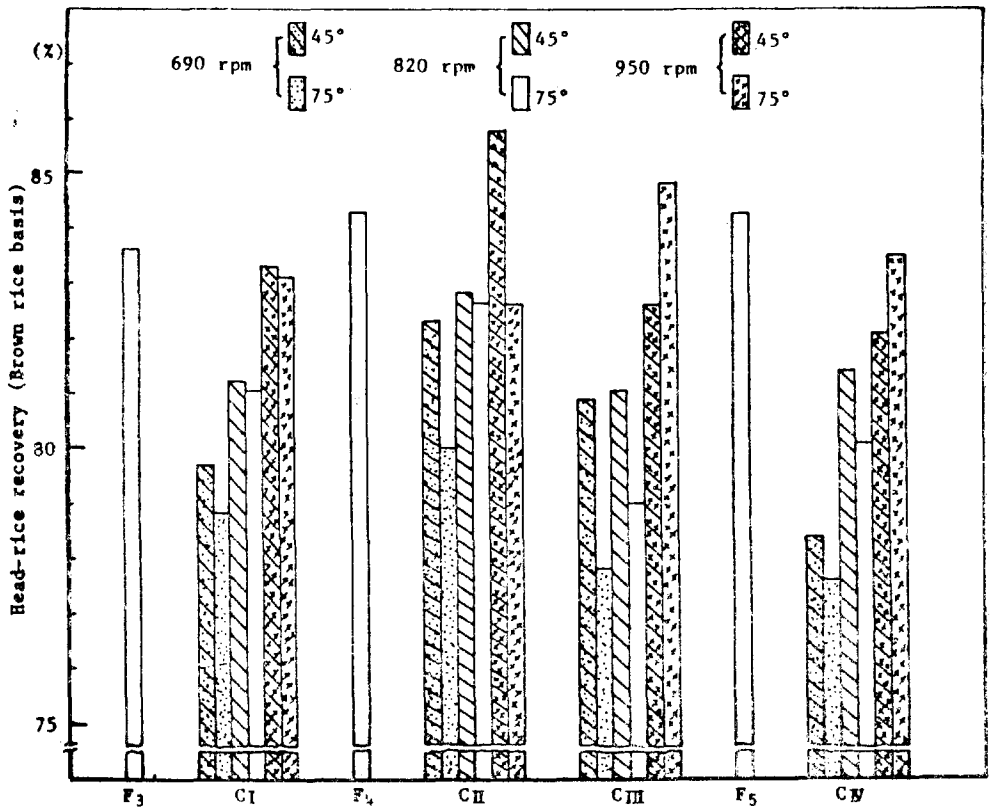
것이 바람직한 것으로 나타났다. 따라서, 研削式 精米機의 設計 및 作動條件의 規定에는 이러한 점들이 考慮되어야 할 것이다.

다. 完全米收率

搗精이 完了된 후 350g의 試料를 採取하여 150g씩 2回에 걸쳐 진동식 분리기(sizing device)로써 完全米를 고른 후 다음 式으로 完全米收率을 算出하였다.

$$\text{完全米收率} = \frac{\text{完全米重量(kg)}}{\text{投入玄米重量(kg)}} \times 100$$

研削式 精米機와 噴風磨擦式 精白機를 組合한 搗精實驗處理에서는 研削式 精米機의 금강사물러의 回轉速度가, 表 4.에 表示된 統計分析結果에서도 볼 수 있듯이, 完全米收率에 크게 影響을 미치고 있는 것으로 나타났으며, 금강사물러의 回轉速度가 증가할수록 完全米收率도 증가하는 것으로 나타났다.



Note; F_i: Number of repeated for friction-type whitener
 C_I: Once in abrasive+Twice in friction, C_{II}: Once in abrasive+Three times in friction,
 C_{III}: Twice in abrasive+Twice in friction, C_{IV}: Twice in abrasive+Three times in friction.
 Fig. 8. Head-rice recoveries for different combinations of abrasive-and friction-type whiteners and varied slot angles and speed of emery stone.

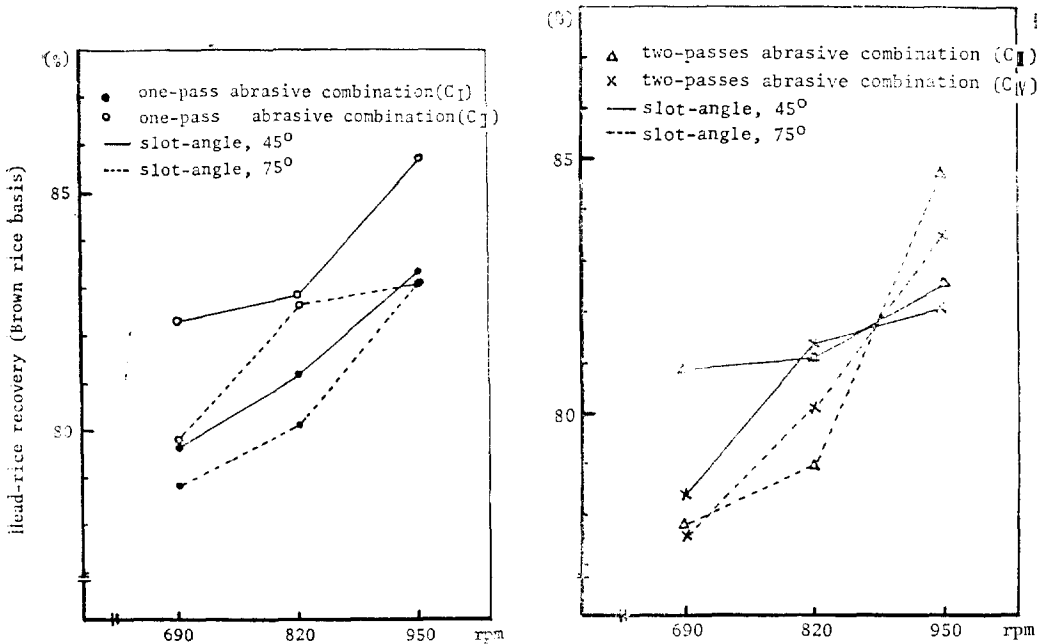


Fig. 9. Effect of rotational speed of emery-stone on head-rice recovery for different slot-angles of the abrasive-type whitener and for one-pass abrasive combinations (C_I&C_{II}) and two-passes abrasive combinations (C_{III}&C_{IV})

(그림 8., 그림 9.). 研削式 精米機에서 금강사물러의 回轉速度를 950rpm으로 하여 研削한 후 噴風磨擦式 精白機에서 精白作業을 完了하는 경우가 搗精收率면에서 뿐만 아니라 完全米收率面에서도 가장 바람직한 搗精作業體系가 되는 것으로 나타났다. 또한 研削式 精米機의 스타트각도도 完全米收率에 현저한 影響을 가져오는 것으로 나타났다(表 4. 參照) 그림 8.에서 나타난 바와같이 研削式 精米機에서 1회 研削한 후 噴風磨擦式 精白機에서 나머지 精白作業을 完了할 때 (C_I, C_{II})는 금강사물러의 回轉速度에 관계없이 45°의 스타트각도가 75°보다는 完全米收率이 높았으며, 특히 C_{II}에서 금강사물러의 回轉速度를 950rpm, 스크린의 스타트각도를 45°로 하였을 때가 實驗에 적용된 어떤 條件보다도 最高의 完全米收率을 보여주고 있으며, 研削式 精米機에서 穀物을 2회 通過시킨 精白作業體系에서는 研削式 精米機의 금강사물러의 回轉速度가 950rpm으로 되었을 때만이 75°의 스타트각도가 45°보다 完全米收率이 높은 것으로 나타났다. 이와같은 結果는 完全米收率이 搗精收率과 같은 傾向을 가지고 있음을 보여주고 있다.

研削式과 磨擦式을 組合한 搗精作業處理의 完

全米收率은 研削式 精米機에서 1회 研削을 實施한 후 나머지 精白作業을 噴風磨擦式 精白機에서 完了하는 경우가 研削式 精米機에서 2회 研削하는 경우보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 原因은 研削式 精米機의 傾斜 스크루우(그림 2. 參照)에서 단면적의 급격한 축소로 인한 穀物의 破碎現象 때문이 아닌가 推定되었다.

그리고 穀物이 精米機를 순환하는 回數가 같을 경우에는 組合式 搗精處理에서의 完全米收率은 噴風磨擦式 精白機에 의한 完全米收率보다 높은 경우도 있지만, C_{II}의 경우에는 순수한 磨擦式 精白機만으로 精白作業을 하는 경우보다 約 1.5% 程度, C_{III}의 경우에는 約 0.5% 程度 完全米收率이 높은 것으로 나타났다.

實驗의 結果를 綜合적으로 考察하여 보면 研削式과 噴風磨擦式을 組合한 搗精作業이 完全米收率의 向上側面에서 역시 바람직하며, 이때의 設計 및 作動條件으로서 금강사물러의 回轉速度를 950rpm, 스크린의 스타트각도를 75°로 권장하고자 한다.

라. 動力 消耗量

單位搗精量當 所要動力은 搗精體系間의 性態를 判

別하는 하나의 基準이 될 수 있는 것이다. 여기에서 研削·磨擦의 組合式 作業體系와 噴風磨擦式 作業體系와의 所要動力을 比較하기 위하여 다음의 式을 使用하였다.

$$\text{動力消耗量(KWh)} = \frac{1}{3.5064 \times 10^6} \sum_{i=1}^n T_i N_i t_i$$

여기에서, T_i = Torque of driving shaft in i th pass (kg·m)

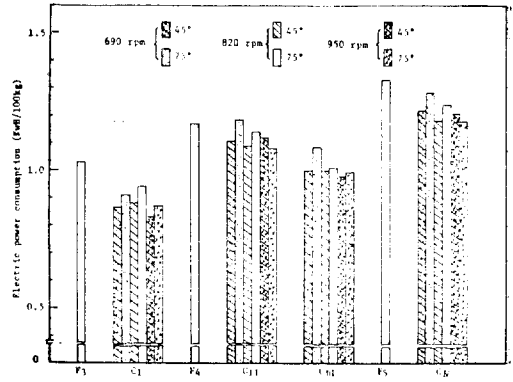
N_i = Motor rpm in i th pass

t_i = Milling time in i th pass(sec.)

n = Number of passes.

本 實驗에서는 比較의 便宜上, 全體토오크에서 供試機의 공회전 토오크를 뺀 순수한 穀物의 搗精時 토오크만을 算出하였다. 그 分析의 結果는 그림(10., 11.)과 같다.

그림 10.에서 보는 바와같이, 玄米 100kg을 白米로 精白하는데 필요한 動力消耗量은 噴風磨擦式 精白機만으로 精白作業을 完了하는 경우가 研削·磨擦의 組合式 搗精作業體系에서보다 約 0.15~0.2 Kwh程度 많은 것으로 나타났으며, 이러한 原因은 순수한 磨擦式 精白機만으로 精白을 할 때 初期에 設定한 높은 内部壓力에 기인한 것 같으며, 반면,



Note; F_i: Number of repeated for friction-type whitener

C_I: Once in abrasive+Twice in friction,

C_{II}: Once in abrasive+Three times in friction,

C_M: Twice in abrasive+Twice in friction,

C_{IV}: Twice in abrasive+Three times in friction.

Fig. 10. Electric power consumptions for different combinations of abrasive- and friction-type whiteners and varied slot angles and rotational speed of emery stone.

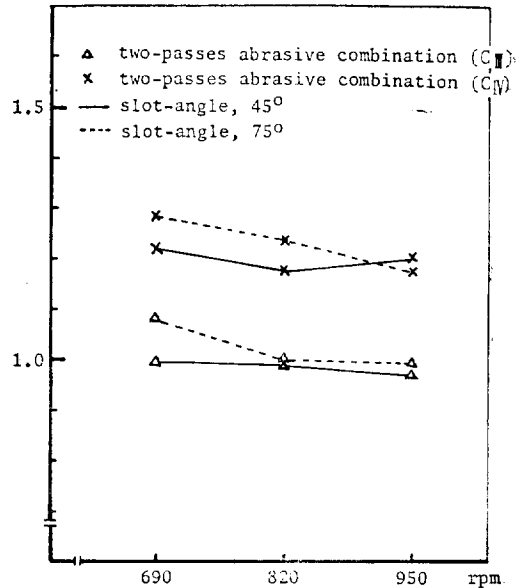
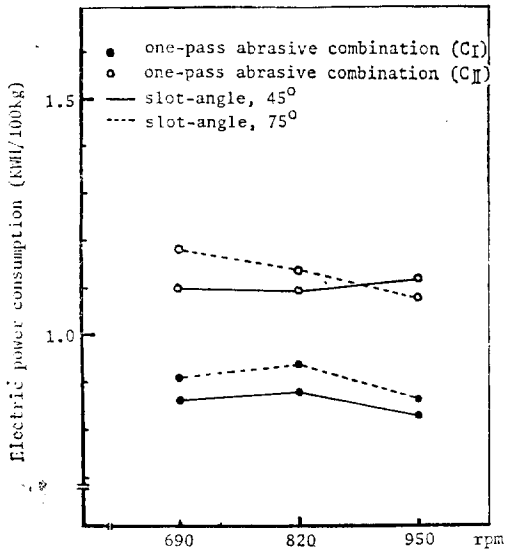


Fig. 11. Effect of rotational speed of emery-stone on electric power consumption for different slot-angles of the abrasive-type whitener and for one-pass abrasive combinations (C_I&C_{II}) and two-passes abrasive combinations (C_M&C_{IV}).

研削式 精米機에서 穀物의 初期搗精이 이루어질 때에는 穀物間의 磨擦力보다는 金강사물러가 穀物의 表面을 얇게 研削하는 作用을 하기 때문에 相對的으로 內部壓力 및 動力消耗가 적은 것으로 생각된다

그리고 모든 搗精作業에서 穀物이 精白機를 순환하는 回數가 많아지면 많아질수록 動力消耗도 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한, 研削·磨擦의 組合式 搗精作業體系에서의 動力 消耗量은 研削式 精米機에서 1回 精白作業을 實施하고 噴風磨擦式 精白機에서 3回 精白作業을 實施한 경우가 研削式 精米機에서 2回 搗精作業을 實施하고 噴風磨擦式 精白機에서 2回 搗精作業을 實施한 경우보다 動力 消耗量이 훨씬 많다는 것을 그림 10.의 C_n , C_m 의 搗精作業體系에서 볼 수 있다. 研削式 精米機의 作業軸 回轉速度는 動力 消耗量에는 크게 影響을 미치지 않는 것으로 나타나고 있으며(表 4., 그림 11.) 研削磨擦의 組合式 搗精作業體系에서는 研削式 精米機의 스크린의 스타트角도가 45°일 때 보다는 75°일 때가 動力 消耗량이 훨씬 많은 것으로 나타났다(그림 11.)

4. 要約 및 結論

穀物의 精白은 根本的으로 研削과 磨擦의 서로 다른 두가지 精白作用에 의하여 이루어지는 것으로 알려져 있다. 前者의 精白作用은 金강사물러를 使用한 研削式 精米機에 適用되고 있다. 噴風磨擦式 精白機만으로 構成되어 있는 搗精作業體系와 研削·磨擦의 組合式으로 이루어져 있는 搗精作業體系에 對한 收率 및 精白性能을 比較하여 그들의 相對的 優位性을 調查한 研究는 아직 미흡한 實情이다.

本 研究는 研削·磨擦의 組合式 精白作用이 收率 및 精白性能에 미치는 影響을 究明하기 위하여 수행되었으며, 實驗에 使用된 研削·磨擦式 精米機들은 소형 質搗精工場用이었다. 實驗에서의 精白處理 組合은 1) 研削式 精米機를 1回 通過하고 磨擦式 精白機를 2~3回 通過하는 組合, 2) 研削式 精米機를 2回 通過하고 磨擦式 精白機를 2~3回 通過하는 組合, 3) 噴風磨擦式 精白機에서 3~5回 通過하는 組合이었다. 예비실험을 통하여 이러한 組合에서 所要의 精白度가 나타나도록 磨擦式 精白機의 適正出口抵抗壓力를 決定하였다. 또한, 研削式 精米機에서 金강사물러의 回轉速度와 스크린의 스타트角도를 變化시킴으로써 搗精收率, 完全米收率, 動力 消耗

量등을 分析하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 研削·磨擦의 組合式 搗精作業體系에서는 研削式 精米機의 스크린의 스타트角도, 金강사물러의 回轉數, 通過回數 등이 搗精收率, 完全米收率, 電力 消耗量 등에 현저한 影響을 미치는 것으로 나타났다.

研削式 精米機에서 金강사물러의 回轉數를 690rpm에서 950rpm으로 증가함에 따라 搗精收率과 完全米收率은 向上되었다. 또한, 研削式 精米機에서의 初期 搗精回數를 1회로 하는 것이 2회보다 收率이 높았다.

2. 研削·磨擦의 組合式 搗精方法은 純全히 噴風磨擦式 精白機만을 利用하는 方法에 比하여 研削式 精米機의 스크린의 스타트角도 및 金강사물러의 回轉速度가 適正하게 設定된다면 搗精收率, 完全米收率, 動力 消耗 등의 側面에서 훨씬 有利한 것으로 나타났다.

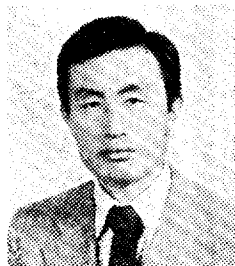
3. 研削·磨擦의 組合式 搗精作業體系에서 收率 및 性能向上 側面에서 本 最適條件은 研削式 精米機의 初期搗精回數를 1회로 하는 경우에는 스타트角도가 45°, 金강사물러의 回轉速度가 950rpm이었고, 初期搗精回數를 2회로 하는 경우에는 스타트角도가 75°, 金강사물러의 回轉速度가 950rpm으로 나타났다

4. 研削·磨擦의 搗精作業體系가 研削式 精米機의 最適條件下에서 이루어진다면 순수한 噴風磨擦式 精白機만을 利用하는 것보다 搗精收率面에서 0.8~1.0% 포인트, 完全米收率面에서 0.5~1.5% 포인트의 收率向上을 기할 수 있으며, 電力消耗面에서 0.15~0.20KWh/100kg程度 節約할 수 있는 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. 姜 和錫, 李 鍾珊, 鄭 昌柱, 1977. 收穫損失과 搗精損失을 基礎로 한 벼의 收穫適期에 關한 研究, 韓國農業機械學會誌 Vol.3, No.(1) pp. 55~80.
2. 金 南奎, 1969, 米麥 搗精研究, 韓國糧穀加工技術研究所
3. 盧 祥夏, 崔 在甲, 1976, 精米機의 能率에 미치는 機械的要因 및 作動條件에 關한 研究, 韓國農業機械學會誌 Vol.1 No.(1) pp. 15~48.
4. 朴 潯傑, 鄭 昌柱, 盧 祥夏, 1982, 搗精收率과 性能向上을 爲한 研究(Ⅱ), 韓國農業機械學會

- 誌, Vol. 7, No.(1), pp. 62~72.
5. 李 鍾瑚, 鄭 昌柱, 1978. 韓國의 벼 收穫後 作業技術에 關한 研究, 韓國農業機械學會誌, Vol. 3, No.(2), pp. 69~87
 6. 李 鍾瑚, 姜和錫, 鄭 昌柱, 1978, 벼의 收穫作業體系別 收穫適期 決定에 關한 研究, 韓國農業機械學會誌, Vol.3, No.(2), pp. 88~99.
 7. 鄭 昌柱 등, 1980. 搗精收率과 性能向上을 爲한 研究(I), 韓國農業機械學會誌, Vol. 5, No. (2), pp. 1~14.
 8. 鄭 昌柱, 全 龍雲, 姜 和錫, 1979, 벼의 再吸濕이 搗精米의 品質에 미치는 影響, 韓國農業機械學會誌, Vol.4, No.(1) pp. 75~86.
 9. 細川 明, 1981. 搗精玄米機, 水稻生產後技術研究會教材, 서울大學校 農科大學 附設 農業開發研究所. pp. 1~44.
 10. Autrey, M.S. 1953. "Effect of Processing Variable on Milling Yields" Processings, Rice Technical Working Group, Beaumont, Texas. Jan. PP. 17.
 11. "Japanese Agricultural Machinery HANDBOOK." 1962. Shinnorinsha Co., Ltd., Tokyo.
 12. Luh, B.S. "Rice" Production and Utilization. Avi., Co., Ltd.
 13. Manalabe, R.E., de Padua, P.B., and Lozada, E.P. 1978 Milling Parameters for Maximum Milling Yield and Quality of Milled Rice." Proceeding of the Workshop on Grain Post-harvest Technology, PP. 27-58.
 14. "SATAKE" Technical News, No. 15, 20 and 21. SATAKE Engineering Co., Ltd., Tokyo.



學 位 取 得

姓 名 : 宋 鉉 甲

勤 務 處 : 忠北大學校 農科大學 農業機械工學科

取 得 學 位 名 : 工學博士

學 位 授 與 大 學 : Ecole National Supérieur d'Aarts et Metieres (ENSAM)
de Paris

學 位 取 得 年 月 日 : 1982. 10. 14

學 位 論 文 : Pasteurisateur de lait utilisant l'énergie Solaire
(太陽熱을 利用한 牛乳의 低溫處理機 開發)