

脱穀性能 向上을 爲한 搖動체 選別方法 開發에 關한 研究

Experimental Study on Development of Oscillating Sieve Separation Method for Improving Threshing Performance

金 相 憲* · 鄭 昌 柱* · 劉 壽 男*
Kim, Sang Hun · Chung, Chang Joo · Yoo, Soo Nam

Summary

To modernize the conventional rice post production technology and reduce grain losses, a transition toward the wet-paddy threshing system has been strongly demanded. The head-feeding type thresher with pneumatic separation has been used dominantly for threshing dried-paddy, but some adverse effects in separation performance for threshing wet-paddy is encountered. In order to solve the problems, the development of thresher with an additional oscillating sieve to the conventional pneumatic separation has been recommended.

This study was intended to evaluate the separating performance of thresher with oscillating sieve which was attached additionally to the conventional auto-thresher equipped with separation system of blower and suction fan. For different feed rates and rice varieties, wet- and dry-material were tested with threshers attached with and without oscillating sieve.

Results of the study are summarized as follows:

1. When the feed rates were 480 and 640 kg/hr, there was no statistically significant difference in power requirements between the threshers with and without an additional sieve device for both dry-and wet-threshing. However, when the feed rate was 960 kg/hr, power requirements of thresher without sieve were greater for wet-paddy threshing than the thresher with the additional sieve separator by about 20% points.
2. With additional oscillating sieve device, the ratios of total weights of whole grains including grains with branchlet and damaged grains to the total output did not show statistical difference among the feed rates. However, with pneumatic separation the ratio was decreased as the level of feed rate increased.
3. The total amount of grains with branchlet (including broken panicle) increased with the moisture content. For both the wet-and dry-material threshing with the additional oscillating sieve, the percent of grains with branchlet to the total output decreased greatly as the feed rate increased.
4. The output of the damaged grains increased as moisture content decreased.

* 서울대학교 農科大學 農工學科

Especially, for the dry-paddy threshing, the additional sieve separating device produced more damaged grains than the pneumatic separation at all feed rates.

5. Generally, for dry paddy threshing, the separating performance of the thresher with the additional sieve device was better at all feed rates, showing greater difference with increasing feed rates.
6. Separating losses were greater with the pneumatic than sieve separation for both the wet-and dry-threshing.
7. The overall comparison of separating performance of threshers tested with and without an additional sieve device showed that the former was more effective than the latter for the dry-material threshing. However, for the wet-paddy threshing, the separation performance with a sieve device was better than the pneumatic only when the feed rate was high.

1. 緒 言

脫穀作業은 比較的 오래전부터 機械化되어 왔으나 國內에서 生産普及되는 脫穀機는 構造 및 作動이 乾脫穀에 알맞게 發達되어 왔다. 그러나 近來에 와서는 慣行收穫作業體系에서 發生하는 損失의 減少와 收穫作業 合理化의 두가지 側面에서 生脫穀 作業技術體系로의 轉換이 要求되고 있으며 이에 따라 生脫穀에 알맞는 脫穀機의 開發이 要請되고 있다.

乾脫穀에 適合하도록 製作되어진 既存의 風力選別 脫穀機로 生脫穀을 行할때 選別過程에서 材料의 含水率 및 그에 따른 物理的 特性이 脫穀機의 調製性能 및 選別性能의 低下를 誘發하며 特히 高供給量에서 比重과 含水量이 높은 질풀등과 섞인 穀物을 效果의으로 選別하는데는 相當한 問題가 있다고 알려져 있다.

이러한 理由로 現在普及되고 있는 自動脫穀機 中에는 受網 밑에 스크류콘베아 혹은 回轉날개를 附着하여 投入구쪽에 集中的으로 落下하는 脫穀物을 分散시키는 方法등을 使用하고 있다. 이러한 方法은 脫穀機의 性能向上을 위해 受網 밑의 脫穀物을 效果의으로 分離 및 分散시킬 수 있는 根本的인 解決方法이라 할 수 없으며 特히 生脫穀時 發生되는 選別上의 問題點을 解決할 수 있는 새로운 選別方法이 必要로 하게 되었다.

따라서 本研究에서는 受網을 通過한 脫穀物의 選別問題를 解決하기 위해 搖動체 選別方法을 開發하고자 하는데 目的이 있었다. 具體的으로는

- 1) 搖動체의 驅動軸·回轉數 및 材料의 供給量이

搖動체의 穀物移送 性能에 미치는 影響을 實驗的으로 究明하는데 있었으며.

2) 搖動체를 既存 風力選別 脫穀機에 附着하여 그 의 選別能力과 脫穀機의 脫穀性能에 미치는 影響을 把握하여 效果的인 搖動체의 選別方法을 찾는데 있었다.

2. 文獻概要

脫穀機의 性能에 關한 研究로 南,鄭(2)등은 벼의 生脫穀의 경우 枝莖附着粒과 穗切粒이 增加했으나 損傷粒은 減少했으며 自動脫穀機에 選擇의 受網과 搖動체의 附着에 의한 性能向上을 提示하였다. 李,鄭(3)등은 穀物選別 性能을 測定하는 方法 및 脫穀機의 選別性能을 調査하였으며 選別損失이 生脫穀時 1.0~3.0%로 乾脫穀에 比해 높은 것으로 報告되었다. 江崎(5)등은 脫穀性能 試驗에서 供給量에 따라 生·乾脫穀에서 枝莖附着粒, 穗切粒의 比率이 증가한 것으로 發表하였다.

損傷粒 發生問題를 해결하기 위해 Hamdy(16)등은 遠心力에 의한 脫穀 및 選別法을 연구하였고 Lalor(17)등은 cone형의 拔胴에 의해 높은 選別效果를 發表했다. 所要動力에 관한 연구에서 Burrough(14)등은 콤바인의 경우 拔胴所要動力은 전체의 약 50% 정도였으며 粒損損失은 20~30%로 보고 하였다. 川村(12)등은 콤바인의 所要動力 測定에서 脫穀은 주로 液胴길이 1/2前에 끝나며 단에 의한 供給보다 풀어서 供給할때 70% 정도의 所要動力을 나타냈다.

選別性能에 關한 研究중 石橋(6)등과 Bilanski(13) 등은 停止狀態의 空氣中에서 떨어지는 穀物의 終速度에 關한 연구에서 比는 5.9m/s의 終速度를 發表했다. 竹內(11)등은 風力에 의해 穀物과 짚을 混合狀態에서 分離되는 速度를 研究하여 乾材에서 밀과 호밀의 경우 6~9m/s에서 選別效果를 보여 짚이 94~98% 제거된후 穀物의 比산이 시작되는 것으로 發表하였다.

搖動체에 의한 選別은 주로 選別판과 竝用되어졌다. 搖動체의 選別效果는 品種, 含水率, 供給量 등의 요인과 振動數 및 振動方向, 振幅 및 搖動체의 形象과 柵적 등의 요인에 의해 크게 달라졌다. 搖動체의 運動柵적은 搖動체위의 穀物移送速度와 選別性能에 影響을 주며 그의 運動機構에 의해 往復運動, 타원운동, 원운동으로 나눌 수 있는데(7,8,9,10) Schertz(19)등은 振動 Conveyer의 운동방정식을 上記 3가지 運動 柵적을 包含하는 機構로 세워 移送물체의 平均移送速度를 구해었다.

往復운동의 경우 振動數, 振幅, 투사각에 의한 影響을 받으며 타원운동은 振動數, 振幅의 比率, 투사각, 運動方向에 의해, 원운동은 振動數, 振幅, 運動方向에 의해 影響을 받으며 각각의 운동柵적에 따라 적정 회전수가 결정된다고 보고되었다.(10)

搖動체의 往復운동에 關한 研究는 주로 實驗室 實驗에서 이루어졌으며 移送速度는 遠心效果 $K(=a\omega^2/g)$ 의 값에 比例했다. German(15)등은 振動數와 供給量 및 風速의 관계에서 供給量이 많을 경우 振動數 및 風速의 增加에 의해 損失이 줄었으며 江崎(5)등은 脫穀部의 受網 밑 漏下物의 選別에서 投射角度 $30^\circ \sim 45^\circ$ 일때 移送性能 및 選別性能이 양호했으며 振動數가 增加하면 落下分布는 振動체 先端으로 이동하여 넘치는 傾向도 보여 可能한한 길이를 길게 할것을 제안했다. 供給量이 많으면 1번구에 짚물 및 莖葉附着粒의 비율이 증가하는 것으로 발표했다.

타원운동의 경우 岩尾(8,10)등에 의해 분석되어 搖動체의 운동柵적이 穀物 進行方向에 대해 반시계方向인 counter-flow의 경우 粒子의 移送速度는 振動數가 증가함에 따라 커졌으며, 시계方向인 con-flow의 경우 移送速度는 回轉數가 증가하여도 投射角度가 감소함에 따라 0에 接近하는 傾向을 보였다 두 回轉方向에서 粒子의 移送速度는 振幅比가 클수록 감소되었으며 投射角度에 의한 影響은 counter-flow의 경우 con-flow와 달리 回轉數가 클수록 크

게 나타났으며 $25^\circ \sim 45^\circ$ 일때 비교적 높은 移送速度를 보였다.

원운동의 경우 他運動보다 수평方向의 加速力이 적으므로 穀物등이 연속 供給되어질 경우 不安定한 것으로 발표되었다.(9,10)

3. 實驗裝置 및 方法

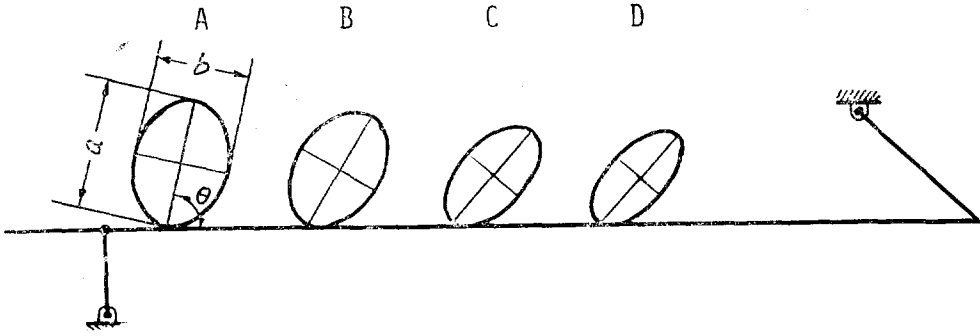
本 研究에서 行하여진 實驗은 搖動체上的의 穀物의 移送能力을 把握하기 위한 穀物의 平均移送速度 實驗과 搖動체를 기존 風力選別 脫穀機에 附着하여 그의 選別性能 및 脫穀性能에 미치는 影響을 分析하고 또한 기존 風力選別 脫穀機와 比較 검토하여 效果의인 搖動체 選別方法을 찾고저한 實驗으로 大別할 수 있으며 이에 關한 實驗裝置의 設計內容과 實驗材料 및 方法은 다음과 같다.

가. 搖動체 選別裝置

本 研究에 使用된 搖動체는 現在 普及중인 自動 脫穀機의 受網 밑 選別부분에 附着하는 것을 前提로 하였기 때문에 搖動체가 供試脫穀機의 構造上에 큰 變化없이 設置될수 있도록 小型의 것을 擇하였다. 또한 供試搖動체의 적은 面積을 利用하여 受網下の 落下物을 效果的으로 選別시키기 위하여 4-bar機構로 作動되며 pan面의 各點의 운동柵적이 橢圓運動을 하는 搖動체를 選擇하였다.(그림 1, 그림 2) 또한 搖動체 面의 앞부분에는 랙(rack) 形狀의 Grain-pan과 뒷부분에는 鐵線綱을 設置하였다.(그림 3)

이러한 供試搖動체의 運動特性을 살펴보면 搖動체의 驅動軸 回轉方向은 時計方向인 con-flow이었고, Grain-pan의 各點에서의 運動柵적은 타원형으로 投射角度가 $55^\circ \sim 95^\circ$, 振幅比가 0.16~0.71로 變化하였다.

文獻등(T. IWAO, 1972)에 의하면 搖動체上的의 運動柵적이 타원인 경우 운동柵적의 振幅比가 작아짐에 따라 穀物의 移送速度가 급격히 증가하였고 運動柵적의 投射角度가 작아질수록 穀物의 移送速度가 減少하였다. 그림 1에서 알 수 있는 바와 같이 脫穀物 落下부분에서 끝단인 網부분으로 갈수록 搖動체위의 各點에서의 運動柵적은 振幅比와 投射角度가 작아지는 타원이었다. 供試 搖動체上的의 운동柵적에서 振幅比의 減少에 따른 穀物移送速度의 증가량이 投射角度의 減少에 의한 穀物移送速度의 減



	A	B	C	D
Ratio of amplitude : b/a	0.71	0.624	0.37	0.16
Angle of projection : θ	85	60	55	50

Fig. 1. Paths of surface points on the grain pan.

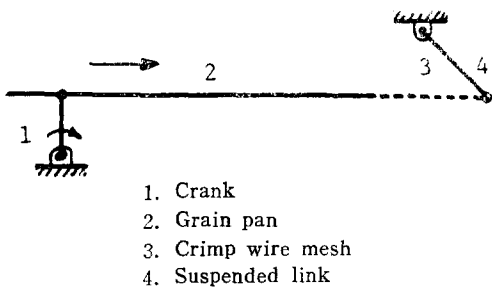


Fig. 2. Schematic diagram of the sieve separation apparatus used for the experiment

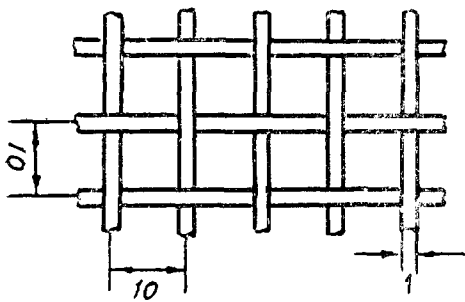
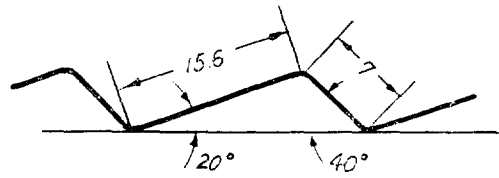


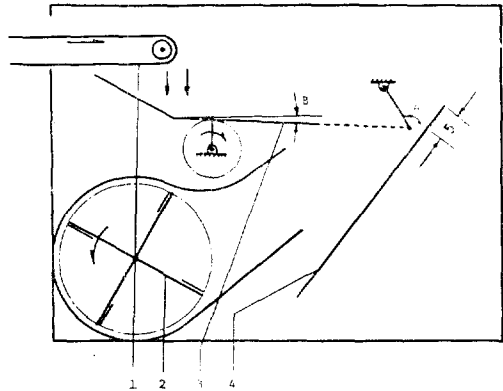
Fig. 3. (a) Shape of crimp wire mesh

少量보다 큼으로 인해 搖動체上的 穀物은 脫穀物 落 下부분에서 끝단인 망부분으로 갈수록 移送速度가 커지는 特性을 나타냈다.



Length : 280mm
Width : 480mm

Fig. 3. (b) Shape of rack on the grain pan used for the experiment.



1. Conveyor
2. Fan
3. Vibrating sieve
4. Grain guide plate
 $B=5^\circ$ $\theta=135^\circ$

Fig. 4. Schematic drawing of the oscillating sieve used for lab. test

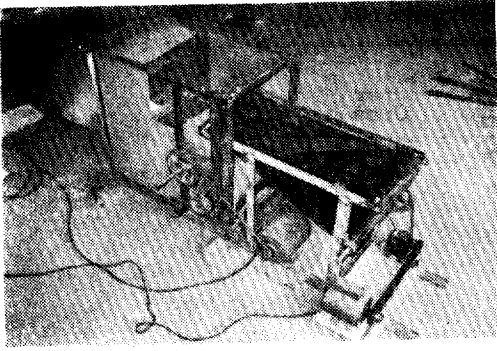


Fig. 5. Apparatus used for the lab. test

이와같은 搖動체를 철재형틀에 고정시켜 搖動체의 驅動軸에 1.0ps 단상모터를 V벨트로 연결 하였으며 材料의 供給은 길이 3m, 폭 0.45m인 벨트 콘베이어를 또 하나의 단상 모터로 구동시켜 搖動체에 供給되도록 하여 搖動체上의 穀物平均移送速度 實驗을 행하였다. (그림 4, 그림 5)

搖動체 選別脫穀機는 H社 製品인 全自動 脫穀機로 그림 6와 같이 受網과 選別風路사이에 本實驗에서 開發한 搖動체를 附着하였으며 이때 搖動체의 附着條件은 移送速度 實驗時의 條件과 같았다.

風力選別 對備實驗 脫穀機는 搖動체 附着 이전의 狀態와 同一한 脫穀機를 使用하였다.

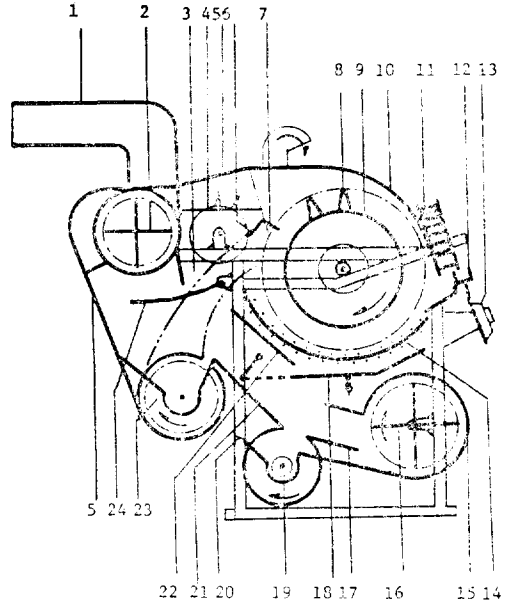
나. 實驗材料 및 設計

本 研究의 圃場實驗은 收穫期인 1980年 10月 경 기도 수원시 구운동에 所在한 圃場의 벼를 賃借하

Table 1. Agronomic data of the paddy used in the experiment.

Variety	Sowing Date	Trans-planting Date	50% Heading Date
Kwandong	April 15, 1980	May 31, 1980	Aug. 20, 1980
Milyang 23	April 15, 1980	May 31, 1980	Aug. 20, 1980

Yield (kg/10a)	Column length (mm)	Panicle length (mm)	No. of panicle/hill
4,850	700	166	20.1
6,090	610	212	13.0



1. Chaff outlet 2. Fan 3. Control board
4. Second cylinder 5. Cover 6. Control board 7. Knife 8. Threshing tooth 9. Cylinder 10. Cover 11. Feeding chain
12. Feeding rail 13. Spring box 14. Concave 15. Cover 16. Fan 17. Air stream divider 18. Oscillating sieve 19. Auger 20. Control board 21. Grain guide plate 22. Grain guide plate 23. Tailing return thrower 24. Spoke

Fig. 6. Schematic drawing of the head-feeding type thresher attached with oscillating sieve

여 實施하였다. 供試된 品種은 Japonica系 水稲品種인 關東과 統一系 水稲品種인 밀양 23호 있으며 그 栽培關係資料와 作物性狀은 표 1과 같다. 生脫穀인 경우, 바인더로 收穫한 단의 크기는 中東이었으며 乾脫穀인 경우는 實驗실시 1週日前에 바인더로 收穫한 中東의 단으로 圃場內에서 天日自然乾燥 후 실시하였다. 穀物과 粱의 含水率은 110°C에서 24時間 乾燥하는 Oven-Method에 의하여 測定하였다. 各 實驗의 內容은 表 2와 같다.

다. 實驗方法

1) 搖動체상의 穀物 平均移送速度 實驗

콘베이어에 의한 供給量을 一定하게 維持하여 搖動체面上의 穀物이 平衡狀態의 높이를 가질만큼 充

Table 2. Details of Experiments

Experiment No.	Factors	Levels of factors	Remark			Investigated items
			M.C.(w.b.)		Grain+Straw	
			Grain	Straw		
I. Milyang 23 (wet)	Sieve rpm Feed rate (kg/h)	300, 360, 400 400, 540, 800	26.86	68.25	0.21	• Power(ps) • Whole grain • Grains with branchlet & broken panicle • Damaged grains • Less filled grains • Broken straws & empty kernels • Separating loss • Average forward velocity of paddy by the oscillating sieve
II. Kwandong (wet)	Sieve rpm Feed rate (kg/h)	300, 360, 400 480, 640, 960	20.29	60.11	0.20	
III. Kwandong (dry)	Sieve rpm Feed rate (kg/h)	300, 360, 400 470, 620, 940	18.64	33.46	0.35	
IV. Lab. Test	Sieve rpm Feed rate (kg/h)	300, 360, 400 600, 750, 900	14.50			

분한 時間동안 供給하였다. 平均높이 및 平均移送速度는 搖動체面上的 穀粒을 全量回收하여 다음式에 의하여 구하였다.

$$H = P / (\gamma \times A)$$

여기에서

P : Weight of grains on sieve, gr

γ : bulk density gr/cm³

A : area of the grain pan, cm²

H : height of grains on sieve, cm

$$S = Q / (\tau \times W \times H)$$

여기에서

W : width of sieve, cm

Q : feed rate, gr/sec

S : average forward velocity of paddy on sieve, cm/sec

2) 搖動체 選別 脫穀機 脫穀性能實驗

가) 供給量 決定 및 供給方法

供給速度의 範圍를 決定하기 위하여 바인더로 收穫한 20단을 임의로 採取하여 脫穀한 후 그 脫穀物의 量을 測定하였던바, 단의 供給時間·間隔을 1초 1.5초와 2초로 유지하는 것이 바람직하다고 判斷되었다. 卽 단의 供給間격을 1초, 1.5초와 2초로 하였을때 밀양 23호 品種의 生脫穀 경우에는 각각 400kg/h, 540kg/h, 800kg/h의 供給量이 나타났고 關東品種의 生脫穀 경우에는 각각 480kg/h, 640kg/h, 940kg/h, 또 關東品種의 乾脫穀 경우는 각각

470kg/h, 630kg/h, 920kg/h로 나타났다. 各 처리에서 각각 50단씩 공급하였다.

(나) 脫穀機 所要動力 및 回轉數 測定과 分析方法
脫穀作業時 脫穀機의 所要動力을 測定하기 위하여 原動機에서 脫穀機로 動力이 연결되는 中間에 中間軸을 설치하여 토오크 變換器를 만들어 表面에 發生하는 剪斷 스트레인을 測定하여 토오크를 구하였다.

토오크와 스트레인의 關係式은 다음과 같다.

$$\tau = 6349.7\varepsilon + 0.020931$$

여기서, ε : strain

τ : torque, kg-m

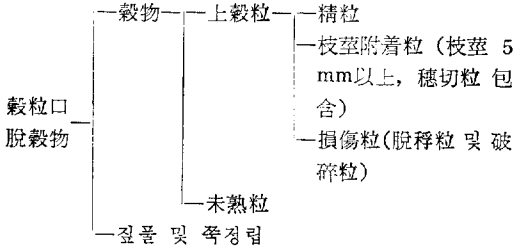
脫穀作業時 脫穀機의 所要動力을 分析하기 위하여 實驗 進行中에 中間軸에서의 토오크 및 회轉數의 變化를 오실로 그래프로 記錄하였으며 이의 分析은 記錄紙上의 脫穀作業遂行中 前期, 中期, 後期의 3부분에서 각각 10초씩 採取하여 求積計로 面積을 구하여 平均토오크를 계산하였고 中間軸의 回轉速度로부터 平均所要動力을 구하였다.

回轉軸의 回轉數를 測定하기 위해 彈性이 좋은 鐵片에 스트레인 게이지를 接合시키고 每回轉마다 回轉軸의 돌기가 鐵片을 쳐서 軸의 1回轉이 기록지에 1회의 pulse로 나타나게 하여 回轉數를 구하였다.

(다) 脫穀物의 分析

脫穀物의 分析을 위하여 各 처리마다 1番口에서 150g씩의 표본을 3回深取하였다. 供試脫穀機에서는

2番口 生成物이 거의 없었으므로 이에 대한 組成分析은 省略하였다. 3番口(배진구)에서의 生成物은 배출된 짚풀, 쪽정립, 穀粒으로 되어 있었으며 배진損失을 규명하기 위하여 이에 包含된 穀粒量을 選別 測定하였다. 1番口 脫穀物을 다음과 같이 分類하였으며 주로 肉眼 및 손으로 選別하였다.



脫穀機의 調製性能 및 選別性能은 다음과 같이 規定하였다.

(A) 1番口上穀粒比率

$$= \frac{1番口全重量 - (짚풀, 쪽정립重量) - 未熟粒重量}{1番口全重量} \times 100(\%)$$

(B) 枝莖附着粒(穗切粒包含)比率

$$= \frac{1番口 枝莖附着粒}{1番口 上穀粒重量} \times 100(\%)$$

(C) 損傷粒比率

$$= \frac{1番口 損傷粒重量}{1番口 上穀粒重量} \times 100(\%)$$

(D) 未熟粒比率

$$= \frac{1番口 未熟粒重量}{1番口 全重量} \times 100(\%)$$

(E) 1番口 짚풀 및 쪽정립比率

$$= \frac{1番口 짚풀, 쪽정립重量}{1番口 全重量} \times 100(\%)$$

(F) 選別損失

$$= \frac{3番口 穀粒重量}{1番口穀粒重量 + 3番口穀粒重量}$$

4. 結果 및 考察

가. 搖動체上的 穀物平均移送速度

供給量과 搖動체 驅動軸 回轉數 變化에 따른 搖動체上的 穀物平均移送速度를 분석한 것을 表 3에 표시하였다.

平均移送速度는 大體로 1.7~2.9cm/s의 범위에 있었으며 供給量 變化에 따른 移送速度의 차이는 없었다. 즉 供給量이 증가함에 따라 堆積穀物의 높이 가 증가하여 단위시간당 穀物의 移送量이 늘어났으

며 900kg/h내에서는 供試 搖動체의 容量이 充分한 것으로 나타났다.

搖動체 作動時 搖動체 위에서 堆積되는 穀層의 높이는 같은 搖動체 驅動軸의 回轉數에 對하여 供給量이 增加 할수록 增加하였으며 回轉數에 의한 影響은 一般적으로 400rpm以上에서 堆積層이 相當히 감소하는 傾向을 나타내었다.

Table 3. Comparison of average forward velocity of Paddy and height of grains on sieve

Sieve rpm	Feed rate (kg/h)	Average forward velocity of paddy(cm/s)	Height of grains on sieve (cm)
330	600	1.75	3.20
	750	1.91	3.70
	900	1.93	4.40
360	600	1.81	3.09
	750	1.75	4.05
	900	1.91	4.41
400	600	2.70	2.08
	750	2.51	2.83
	900	2.97	2.85

나. 搖動체 選別 脫穀機 脫穀性能實驗

搖動체 選別 脫穀機의 脫穀性能이 搖動체의 驅動軸 回轉數와 供給量을 바꾸었음에 어떤 影響을 받게되며 또 이 搖動체 選別脫穀機와 風力選別 脫穀機의 性能에 어떤 差異가 있는가를 分析하면 다음과 같다.

(1) 所要動力

그림 7-1, 7-2, 7-3 및 표 4에서 알 수 있는 바와같이 밀양 23호 品種을 生脫穀할 경우 搖動체 附着 脫穀機의 所要動力은 3~4ps의 범위 내에 있었으며 供給量의 증가에 따라 所要動力도 若干씩 증가하였다.

關東品種을 生脫穀할 경우는 960kg/h의 供給量에서 低供給量에 比하여 所要動力이 급격한 증가를 보였다. 이를 風力選別과 비교하면 低供給量에서는 큰 差異가 없으나 高供給量일수록 風力選別의 所要動力이 相對的으로 커지며 特히 960kg/h의 경우는 약 1馬力 즉 20% 정도 증가하였다.

關東品種의 乾脫穀 경우에는 供給量의 증가에 따라 所要動力이 증가하는 傾向을 보였으며 搖動체 驅動軸 回轉數에 의한 影響은 360rpm에서 400rpm으

Table 4. Comparison of power requirement of threshers by feed rate and sieve frequency.

Sieve rpm	Milyang 23 (wet)			Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve (ps)	with fan (ps)		with sieve (ps)	with fan (ps)		with sieve (ps)	with fan (ps)
300	400	3.06	2.45	480	3.12	3.11	470	3.07	3.21
360		3.13			3.27			3.14	
400		2.99			3.01			2.81	
300	540	3.13	3.17	640	3.41	3.75	620	3.48	3.12
360		3.36			3.30			3.54	
400		3.62			3.36			3.07	
300	800	3.77	3.71	960	4.19	5.27	940	4.61	4.88
360		3.49			4.26			4.91	
400		3.95			4.62			4.52	

로 변화함에 따라 所要動力이 감소하는 傾向을 나타냈다. 이러한 現象은 脫穀物의 調製性能分析 結果에 비추어 볼 때 360rpm에서 還元量이 많은 原因에 起因되는 것으로 判斷된다.

(2) 脫穀機의 調製性能

(가) 上穀粒比率

上穀粒은 1番口(穀粒口)에서 나오는 生成物의 精選效果를 나타내는 것으로서 100%에 가까울수록 바람직하다 하겠다. 표 5에서 알수 있는 바와 같이 밀양 23호 品種과 關東品種을 生脫穀할 경우 各各 95~97%, 98~99%의 上穀粒 比率로 나타났으며 搖

動체의 驅動軸 回轉數 및 供給量에 의한 影響은 없었다. 그러나 그림 8과 같이 關東品種을 乾脫穀할 경우 그 比率는 97~99%로서 供給量의 變化에 대한 影響은 거의 찾아 볼 수 없었으며 搖動체 驅動軸 回轉數가 360rpm일 때 가장 높은 結果를 보여 400rpm의 回轉數 일때는 約 1%程度 낮게 나타났다.

風力選別 脫穀機의 경우 밀양 23호 品種을 生脫穀할때 高供給量에서 上穀粒 比率는 낮은 값을 보였으나 搖動체 選別경우 供給量에 의한 影響이 없는 것으로 보아 風力選別時 高供給量에서 選別에 關

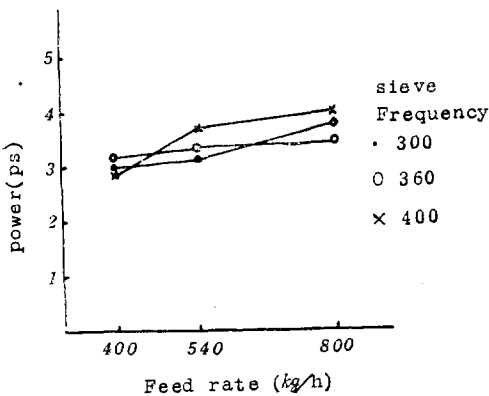


Fig. 7-1. Effect of feed rate and sieve frequency on the average power requirement. (Milyang 23. wet-paddy)

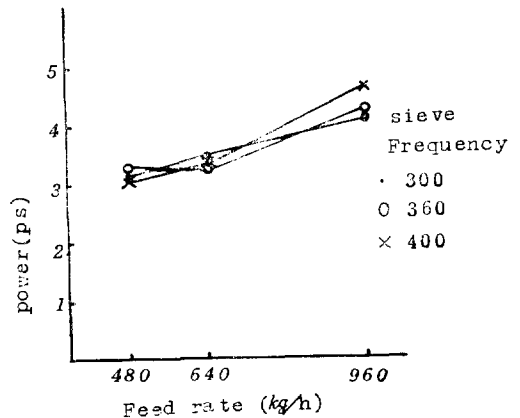


Fig. 7-2. Effect of feed rate and sieve frequency on the average power requirement. (Kwandong. wet-paddy)

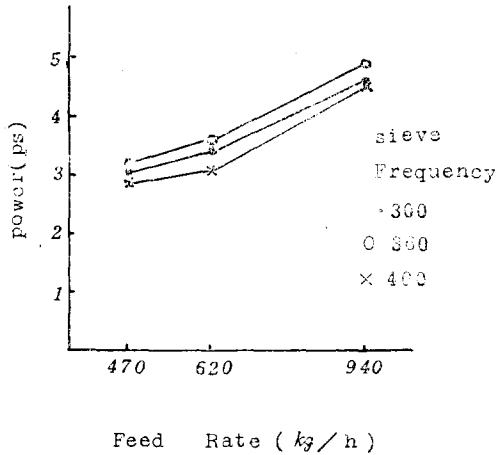


Fig. 7-3. Effect of feed rate and sieve frequency on the average power requirement (Kwandong, dry-paddy)

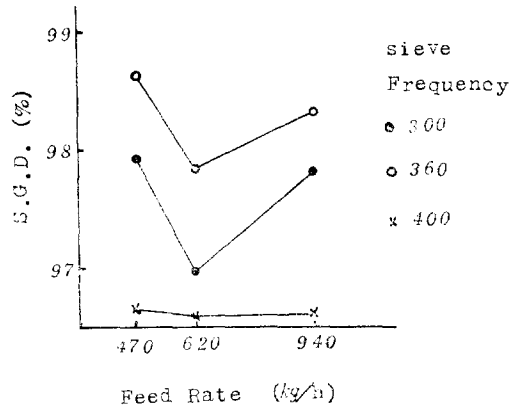


Fig. 8. Effect of feed rate and sieve frequency on S.G.D. of thresher(Kwandong, dry-paddy)

※ S.G.D.: total weights of single grains, grains with branchlet and damaged grains.

Table 5. S.G.D. contents of the 1_{st} outlet product.

sieve rpm	Milyang 23 (wet)			Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)
300	400	96.38		480	98.21		470	97.93	
360		95.95	98.69		97.94	98.98		98.63	96.45
400		96.86			97.97			97.78	
300	540	96.45		640	98.18		620	96.99	
360		96.72	98.42		97.87	98.72		97.86	96.03
400		95.88			98.57			96.61	
300	800	95.22		960	98.53		940	97.85	
360		95.20	93.80		98.99	98.89		98.34	95.95
400		96.25			98.38			96.65	

※ S.G.D.: total weights of single grains, grains with branchlet and damaged grains

題가 있음을 알 수 있었다.

밀양 23호 品種을 生脫穀할때 400kg/h의 낮은 供給量일 경우 風力選別이 搖動체 選別보다 上穀粒比率이 높았으며 이는 질물, 쪽정립의 選別効果와 비슷한 傾向을 나타냈다. 이러한 현상은 選別판의 回轉數를 供試 脫穀機에서 規定된 回轉數로 生·乾脫穀을 행한 結果로 생각되며 搖動체 選別脫穀機의 選別판의 回轉數에서 生脫穀에 적합한 새로운 風壓

關係를 規定해야 할것으로 判斷된다.

(나) 枝莖附着粒比率

밀양 23호 品種의 生脫穀경우는 枝莖附着粒의 發生이 거의 없었다. 따라서 枝莖附着粒의 경우 關東 品種의 生·乾脫穀에 關해 分析하였다.

표 6 및 그림 9-1, 9-2에서 알수있는 바와 같이 關東品種을 生脫穀할 경우 搖動체 附着脫穀機에서 枝莖附着粒比率이 2.6~7.1% ($\bar{X}=4.3$, S. D. =

1.48)이었으며 Japonica系 品種인 경우 5%이하로 規定하고 있는 檢査基準을 감안할때 대체로 양호한 結果라고 할것이다. 또한 高供給量일때 낮은 供給量에 비해 枝莖附着粒比率이 낮은 값을 나타냈으며 搖動체의 驅動軸 回轉數가 360rpm, 400rpm에서는 檢査基準인 5%이하의 값을 나타냈으나 300rpm에서는 基準 값을 넘었다.

關東品種을 乾脫穀한 경우 搖動체 選別 脫穀機에서 枝莖附着粒의 比率이 0.9~1.7%로 比較的 낮은 양호한 結果를 나타내었으며 供給量이 940kg/h인 경우와 搖動체 驅動軸 回轉數가 360rpm일때 최소 값을 나타내었다.

風力選別의 경우 關東品種 生·乾脫穀에 의한 차이는 보이지 않았으며 2.4~4.5% 범위의 枝莖附着粒 比率을 나타냈다.

風力選別 脫穀機와 搖動체 選別 脫穀機를 比較한 結果, 關東品種 生脫穀의 경우 風力選別에서 2.5~4.4%의 枝莖附着粒比率로 選別方法間의 차이를 보이지 않았으나 關東品種의 乾脫穀 경우는 風力選別에서 2.8~3.1%로 搖動체 選別의 0.9~1.7%보다 높은 比率을 갖는 것을 감안할때 搖動체 選別의 效果를 認定할 수 있었다.

搖動체 選別에서 關東品種을 生脫穀할 경우는 乾脫穀에 比하여 枝莖附着粒比率이 높았다. 여기서 生脫穀時 搖動체 選別에 의하여 枝莖附着粒 比率을 감소시키고자 하는 問題는 해결되지 않았으나 搖動체 驅動軸 回轉數가 360rpm以上일 경우 檢査基準에 들인다. 또한 乾脫穀 경우는 搖動체 驅動軸 回轉數가

360rpm일때 枝莖附着粒比率이 가장 낮게 나타났다. 이러한 현상은 搖動체의 驅動軸 回轉數가 360rpm인 경우 400rpm보다 移送速度가 늦어지는 까닭에 搖動체 面上에서의 選別시간이 길어지게 되고 따라서 搖動체 上에 堆積된 穀物의 높이가 높아져서 網부분에서 分離안된 枝莖附着粒 등이 網부분의 끝단까지 이르게 되고 이것이 風力에 의해 환원구 스크류 콘베이어로 넘어가기 때문이라 判斷되었다.

(다) 損傷粒 比率

損傷粒은 주로 현미이었으며 밀양 23호 品種의 生脫穀에서 搖動체 選別方法의 경우 0.5~0.18% 정도의 比較的 낮은 값으로 나타났으며 供給량과 搖動체의 驅動軸 回轉數에 의한 影響은 없었다. 또한 이를 風力選別 脫穀機에 적용하였을 경우 낮은 供給量에서는 損傷粒 比率이 比等하나 高供給量에서는 搖動체 選別 脫穀機에 비해 낮게 나타났다.

表 7에서 알수있는 바와 같이 關東品種의 生脫穀에서 搖動체 選別方法의 경우 2.6~4.5%로 比較的 높았으며 각 요인 및 選別方法間의 차이는 나타나지 않았다.

關東品種 乾脫穀에서 搖動체 選別方法의 경우, 5.6~9.5%로 生脫穀의 경우에 比하여 훨씬 많은 것을 알 수 있었다. 또한 供給량과 搖動체 驅動軸 回轉數에 의한 影響은 없었으나 940kg/h의 高供給量일때 搖動체 選別이 風力選別에 比하여 損傷粒 比率이 높은 것으로 나타났다.

搖動체 選別 및 風力選別에서 關東品種의 경우 乾脫穀이 生脫穀에 비해 損傷粒比率이 상당히 높게 나

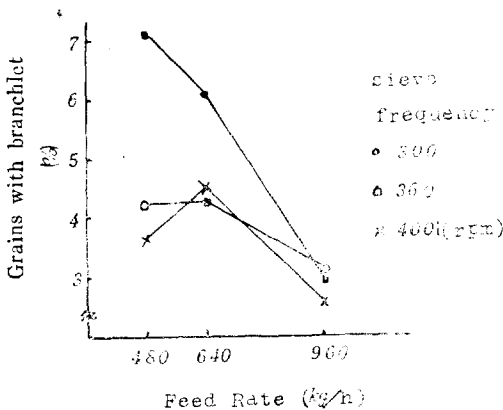


Fig. 9-1. Effect of feed rate and sieve frequency on grains with branchlet of thresher(Kwandong, wet-paddy)

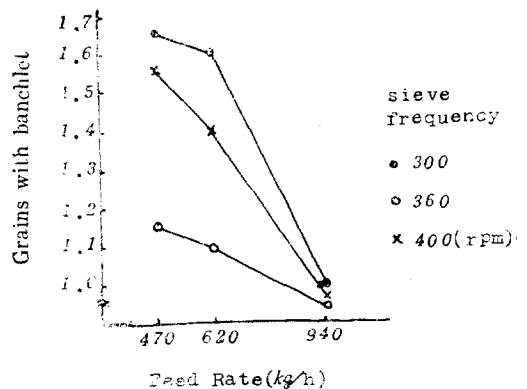


Fig. 9-2. Effect of feed rate and sieve frequency on grains with branchlet of thresher(Kwandong, dry-paddy)

Table 6. Grains with branchlet of the I₁₁ outlet product.

sieve rpm	Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve(%)	with fan(%)		with sieve(%)	with fan(%)
300	480	7.10	3.69	470	1.66	2.78
360		4.23			1.15	
400		3.69			1.54	
300	360	6.09	4.37	620	1.61	2.68
360		4.34			1.09	
400		4.69			1.41	
300	960	3.01	2.75	940	1.02	3.09
360		3.09			0.93	
400		2.59			0.94	

Table 7. Damaged grains contents of the I₁₁ outlet product.

sieve rpm	Milyang 23 (wet)			Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)
300	400	0.51	0.63	480	3.80	1.67	470	5.51	4.23
360		0.71			2.65			9.41	
400		0.79			4.49			7.81	
300	540	0.65	0.47	640	3.31	1.92	620	6.86	4.02
360		0.52			2.68			8.12	
400		0.78			3.28			6.54	
300	800	0.51	0.30	960	2.90	2.88	940	8.74	3.71
360		0.50			4.17			9.05	
400		0.63			4.22			6.73	

타난것은 乾脫穀을 行함에 따라 穀物 脫稈率이 높아진 傾向과 選元量의 增加에 의한 것으로 判斷된다.

(라) 未熟粒 分離效果

脫穀機의 未熟粒選別性能은 脫穀機의 全體의인 性能을 左右하는 性能要因이라 할 수 있으며 이를 未熟粒比率로 表示하였다.

表 8은 品種 및 脫穀方法과 選別方法에 따른 未熟粒 比率를 나타낸 것이다.

밀양 23호 品種을 生脫穀한 경우 未熟粒 比率이 0.4~1.8% 이었으며 搖動체 選別時 낮은 供給量일 때 未熟粒 選別效果가 좋지않았다.

關東品種을 生脫穀한 경우 搖動체 選別 및 風力

選別에서 未熟粒比率의 차이를 보이지 않았으나 關東品種의 乾脫穀의 경우는 未熟粒比率이 1.2~2.9%인 搖動체 選別方法과 未熟粒比率 3.2~3.5%인 風力選別方法을 比較할때 搖動체 選別方法이 效果를 나타냈다.

이상의 結果에서 生脫穀의 경우는 搖動체의 選別效果를 나타내지 않았으나 乾脫穀인 경우 搖動체 選別이 風力選別에 비해 좋은 結果를 보인것으로 미루어 供試 搖動체上的 選別팬 및 排塵팬의 風力관계가 生脫穀보다 乾脫穀에 적합한 것으로 판단되었 다.

(3) 脫穀機의 選別性能

本 實驗에서는 選別性能을 1番口 脫穀物중에 包

Table 8. Less filled grains contents of the 1st outlet product.

sieve rpm	Milyang 23 (wet)			Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)
300	400	1.83			1.35		470	2.15	
360		1.03	0.60	480	1.69	0.89		1.23	3.18
400		0.54			1.29			2.76	
300	540	0.78			1.43		620	2.58	
360		0.87	0.61	640	1.60	1.07		1.75	3.37
400		0.95			1.39			2.88	
300	800	0.43			1.28		940	1.99	
360		0.93	4.69	960	1.04	0.97		1.41	3.46
400		0.87			1.40			2.90	

Table 9. Broken straws & empty kernels contents of 1st outlet product.

sieve rpm	Milyang 23 (wet)			Kwandong (wet)			Kwandong (dry)		
	Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher		Feed rate (kg/h)	Thresher	
		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)		with sieve (%)	with fan (%)
300	400	1.65			0.41		470	0.25	
360		2.95	0.68	480	0.32	0.16		0.13	0.35
400		2.57			0.58			0.45	
300	540	2.39			0.32		620	0.38	
360		2.41	0.96	640	0.51	0.2		0.39	0.58
400		3.51			0.43			0.49	
300	800	3.89			0.20		940	0.15	
360		3.86	1.10	960	0.41	0.14		0.22	0.58
400		2.67			0.21			0.43	

섞인 낱물, 쪽정립의 중량比率 및 3番口(배진구)에서 배출되는 穀物중량 比率에 의한 選別 損失의 두 가지가 分析 檢討되었다.

(가) 낱물, 쪽정립比率

낱물·쪽정립 比率는 脫穀機의 選別性能을 판단하는 重要한 요인으로 표 9에 品種 및 脫穀方法, 選別方法別로 표시하였다. 밀양 23호 品種을 生脫穀한 경우 낱물·쪽정립의 含有比率는 搖動체 選別에서 1.6~3.9% 風力選別에서 0.7~1.1%로 나타났으며 前者가 後者보다 좋지 못함을 알 수 있었다.

關東品種을 乾脫穀한 경우 搖動체 選別시 낱물·쪽정립 比率는 搖動체 選別의 경우 0.13~0.49% 이

었고 風力選別의 경우 0.35~0.58%였으며 一般的으로 높은 供給量에서 搖動체 選別이 風力選別보다 좋은 選別效果를 나타내었다.

밀양 23호 品種 및 關東品種을 生脫穀한 때에 搖動체 選別이 風力選別보다 낱물·쪽정립 比率에서 效果를 나타내지 못한것은 낱물·쪽정립의 選別이 選別팬과 排塵팬의 調和에서 이득될수 있는 것인데 既存 脫穀機에 搖動체를 附着함으로써 그 機能이 弱화된데서 온것으로 判斷된다.

關東品種을 乾脫穀한 때에 高供給量에서 搖動체 選別이 風力選別보다 좋은 結果를 나타낸것은 供給量이 많아질수록 受網下 脫穀物이 騰쳐서 떨어짐이

로 風力판의 選別로는 選別性能이 低下되는 이유로 判斷되어 진다.

(나) 選別損失

選別損失은 1番口(穀粒口), 3番口(排塵口)에서 採取한 總穀粒 重量에 對한 3番口 穀粒 重量比率로 표시했다.

그림 10-1, 그림 10-2에 나타난 것과 같이 關東品種의 生脫穀에서 搖動체 選別損失이 0.02~0.05%로 比較的 양호했으며 風力選別의 選別損失은 0.12~0.20%로 搖動체 選別보다 選別損失이 많은

것으로 나타났다. 搖動체 驅動軸 回轉數 變化에 의한 影響은 나타내지 않았으나 中間程度에서 選別損失이 적은 것으로 나타났다.

乾脫穀의 경우 選別損失이 0.04~0.1%로 搖動체 驅動軸 回轉數 360rpm에서 높은 값을 나타냈으며 選別損失이 0.15~0.22%인 風力選別의 경우 搖動체 選別보다 選別損失이 큰 것으로 나타났다.

즉 選別損失은 關東品種의 生·乾脫穀에서 搖動체 選別方式을 行할 경우 風力選別方式보다 좋은 效果를 보였다.

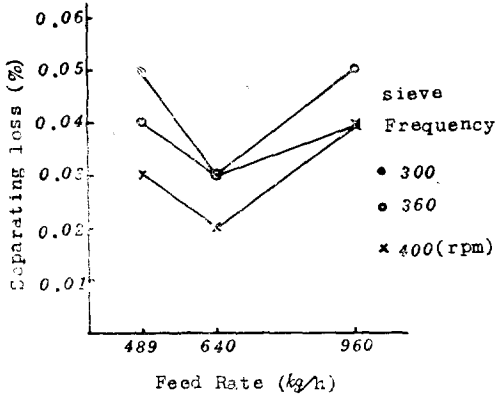


Fig. 10-1. Effect of feed rate and sieve frequency on separating loss of thresher (Kwandong, wet-paddy)

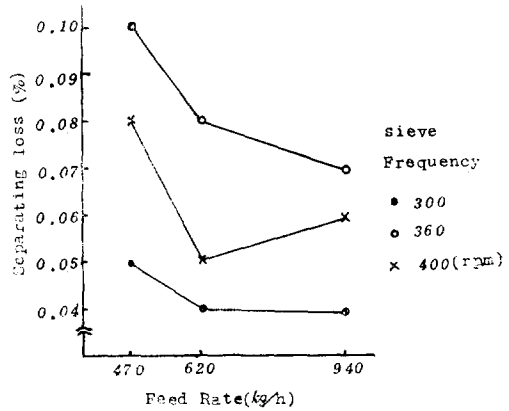


Fig. 10-2. Effect of feed rate and sieve frequency on separating loss of thresher (Kwandong, dry-paddy)

다. 綜合考察

Table 10. Overall comparison of separation performance of threshers tested with and without separation sieve attached

	Total weights of single grains, grains with branchlet and damaged grains	Grains with branchlet	Damaged grains	Less filled grains	Broken straw and empty kernels	separating loss
wet-paddy	⊗	△	⊗	⊗	⊗	⊙
dry-paddy	○	⊙	×	○	⊙	⊙

여기에서 ⊙ : Separation performance with sieve attached is significantly better than that without sieve attached.

○ : Separation performance with sieve attached is slightly better than that without sieve attached.

△ : No difference between sieve and fan separation method is observed.

⊗ : Fan separation method is slightly better than that of sieve separation.

× : Fan separation method is significantly better than that of the sieve separation.

『표 10은 위에서 論議된 結果를 綜合하는 뜻에서 果然 搖動체 選別方法을 採擇한 脫穀機가 從來의 風力選別 脫穀機보다 調製 및 選別 性能向上에서 優秀한가를 比較한 것이다.

生脫穀에서는 調製性能 및 選別性能의 向上을 기할수 없었으나 供給量의 증가에 따라 相對的인 選別 向上을 나타냈으며 乾脫穀에서는 뚜렷한 脫穀性能 向上은 되었으나 損傷粒 發生이 그 問題點으로 發生되었다. 搖動체 選別方法에서 生·乾脫穀 相關없이 共通的으로 發生된 問題는 損傷粒의 發生量이 相對的으로 많아진 것으로 이는 搖動체의 裝着이 既存風力 選別脫穀機의 構造上의 變更없이 이루어졌던 까닭에 發生된 것으로 判斷되어 졌으며 特히 脫穀機內의 穀物移送裝置 및 拔胴의 拔齒와 受網과의 間격에 관한 새로운 方法 및 개선이 요구되었다.

乾脫穀의 경우 搖動체 選別方法이 枝莖附着粒의 發生率을 현저하게 減少시켰으나 生脫穀에서 效果를 나타내지 못한점을 감안할때 脫穀物이 2번 스크류콘베이어로 넘어가는 곳에 위치할 유곡판의 높이와 각도가 充分히 發揮 못한 탓으로 判斷되었다. 따라서 分離機能을 生脫穀에 適應될 수 있는 유곡판의 관계로 檢計할 必要가 있다고 생각되었다. 또한 生脫穀時 主拔室에서 枝莖附着粒의 發生比率이 높아져서 搖動체上의 選別時間이 充分히 길어야 하므로 現在의 搖動체의 길이를 可能한한 길게하여 넓은 面積을 갖도록 하는것이 바람직하다고 判斷 되었다.

生脫穀의 경우 乾脫穀과 달리 搖動체 選別方法의 選別性能이 약간 저하되었으며 이러한 현상은 選別팬과 排塵팬의 調和가 既存 脫穀機에 搖動체를 設置함으로써 乾脫穀에서는 別문제 없었으나 生脫穀의 경우는 穀物의 物理的 特性의 差異를 克服못한데서 나타나는것 같았으며 따라서 이에 適應할 수 있는 調和있는 排塵 및 選別팬의 關係를 결정하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

5. 要約 및 結論

收穫作業體系의 現代化와 穀物損失의 減少라는 觀點에서 生脫穀體系로의 轉換이 要請되고 있으나 乾脫穀에 適合하게 發達되어온 既存 風力選別 脫穀機는 脫穀物의 選別이 큰 問題로 되어 있으며 이를 解決하는 하나의 方道로서 搖動체 選別方法을 採擇한 脫穀機의 開發이 요구되고 있다.

本 研究은 이러한 要求에 副應하여 搖動체 選別方法을 採擇한 脫穀機의 脫穀性能이 諸作動 要因에 따라서 어떻게 바뀌는가를 규명하는데 있었다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 動力所要量은 乾脫穀일때는 風力選別과 搖動체 選別間에 뚜렷한 差異가 없었으나 生脫穀일 경우에는 搖動체 選別脫穀機에서 약 20%정도 작게 나타났다.

2. 1番口 上穀粒 比率에서 搖動체 選別의 경우 供給量變化에 의한 影響은 없었으나 風力選別에서는 供給量이 많아짐에 따라 上穀粒比率이 낮아져서 高供給量일때 選別上의 問題點을 보였다.

한편 選別팬의 回轉數를 一定하게 固定하여 生·乾脫穀을 行하였던바 生脫穀의 낮은 供給量에서 搖動체 選別이 좋지 않은 結果를 나타냈다.

3. 枝莖附着粒은 生脫穀일때는 風力選別과 搖動체 選別間의 뚜렷한 차이가 없었으나 乾脫穀에서는 搖動체에 의한 枝莖附着粒의 감소 效果를 나타냈으며 高供給量일 경우에는 減少效果가 컸다.

4. 損傷粒比率은 乾脫穀의 경우 生脫穀보다 높았으며 高供給量에서 搖動체 選別이 風力選別보다 높았다.

5. 未熟粒 및 질풀·쭉정립에 의한 選別性能에서 生脫穀의 경우 選別方法間의 차이가 없었으나 乾脫穀인 경우 搖動체 選別이 좋은 選別 效果를 나타냈으며 질풀·쭉정립의 경우 특히 높은 供給量에서 뚜렷한 차이가 있었다.

6. 選別損失은 生·乾脫穀에 相關없이 風力選別이 搖動체 選別보다 컸다.

이상의 結果에서 選別方法間의 비교에 의하면 搖動체 選別이 風力選別보다 乾脫穀에서는 뚜렷한 選別效果를 나타냈으며 生脫穀의 경우 低供給量에서는 選別效果가 미미했으나 供給量이 많아짐에 따라 選別性能이 相對的으로 좋아졌다. 여기서 搖動체 選別에 의한 生脫穀이 選別 效果를 나타내지 못한것은 機體內의 選別팬과 排塵팬에 의한 風力관계가 生脫穀에 適合하지 못했던 이유로 判斷된다.

參 考 文 獻

1. 김성래, 이용국, 이승규, 1972. 自脫型Combine에 관한 비교 實驗, 농공이용연구 論問集, 2: 23-40
2. 南相一, 鄭昌柱, 柳寬熙, 1980. 脫穀機의 諸作動要因이 生脫穀性能에 미치는 影響, 한

- 국농업기계 학회지, 5(1): 1~14
3. 이승규, 1974. 脱穀機의 選別性能 測定方法의 開發에 關한 研究. 서울대학교 농과대학 석사 학위논문.
 4. 江崎春雄 外, 1967. ユンバインの 負荷特性に 關する研究(第一報). JSAM, 32(3): 203~210
 5. 江崎春雄 外, 1972. 自脱ユンバインの 高性能化に 關する研究. 農業機械化研究所研究報告, 第9號
 6. 石橋貞人, 安部武義, 1965. 穀粒群の終速度. JSAM, 27(3): 185~187
 7. 岩尾俊男, 川村登, 1971. 振動ふるい上の 粒子の 運動(第1報)—往復運動の 場合—. JSAM, 33(1): 45~52
 8. 岩尾俊男 外, 1971. 振動ふるい上の 粒子의 運動(第2報)—だ圓運動の 場合—. JSAM, 33(2): 163~172
 9. 岩尾俊男 外, 1971. 振動ふるい上の 粒子의 運動(第3報)—圓運動の 場合—. JSAM, 33(3): 274~278
 10. 岩尾俊男, 田邊一, 1972. 振動ふるいにおける 流動層粒子の 移送速度ともみと 玄米の分離特性 について. 島根大學農學部研究報告 第6號分冊
 11. 竹内龍三 外, 1973. 送風選別風路の形狀に 關する研究(第2報). JSAM, 35(3): 288~292
 12. 川村 登 外, 1968. 自脱型 ユンバインの機能に 關する研究. JSAM, 30(1): 19~23
 13. Bilanski, W.K., S.H. Collins and P. Chu 1952. Aerodynamic properties of seed grains. Agr. Eng. April: 215~219
 14. Burrough, D.E. 1954. Power requirements of combine drives. Agr. Eng. 35(1): 15~18
 15. German, R.E. and J.H.A. Lee. 1969. Grain separation on an oscillating sieve as air volum and frequency. Trans. of the ASAE : 883~885
 16. Hamdy, M.R., R.E. Stewart and W.H. Johnson. 1967. Theoretical analysis of centrifugal threshing and separation. Trans. of the ASAE : 87~90
 17. Lalor, W.F. and W.F. Buchele. 1953. Designing and testing of a threshing cone. Trans. of the ASAE : 73~75
 18. Lee, J.H.A. and R.G. Winfield. 1969. Influence of oscillating frequency on separation of wheat on a sieve in an air stream. Trans. of the ASAE : 885~888
 19. Schertz, C.E. and T.E. Hazen. 1963. Predicting motion of granular material on an oscillating conveyer. Trans. of the ASAE : 6~10
 20. Uhl, J.B. and B.J. Lamp. 1956. Pneumatic separation of grain and straw mixture. Trans. of the ASAE : 244~246