

脱穀機の 諸作動要因이 벼의 生脱穀性能에 미치는 影響

Factors Affecting Wet-Paddy Threshing Performance

南 相 一* · 鄭 昌 柱* · 柳 寬 熙*

Nam, Sang Il · Chung, Chang Joo · Ryu, Kwan Hee

Summary

Threshing operation may be one of the most important processes in the paddy post-production system as far as the grain loss and labor requirement are concerned. Head-feeding type threshers commercially available now in Korea originally were developed for threshing dry paddy in the range of 15 to 17% in wet basis. However, threshing wet-paddy with the grain moisture content above 20% has been strongly recommended, especially for new high-yielding Indica-type varieties; (1) to reduce high grain loss incurred due to the handling operations, and (2) to prevent the quantitative and qualitative loss of milled-rice when unthreshed grains are rewetted due to the rainfall.

The objectives of this study were to investigate the adaptability of both a head-feeding type thresher and a throw-in type thresher to wet-paddy, and to find out the possibilities of improving the components of these threshers threshing.

Four varieties, Suweon 264 and Milyang 23 as Tongil sister-line varieties, Minehikari and Jinheung as Japonica-type varieties, were used at the different levels of the moisture content of grains. Both the feed rate and the cylinder speed were varied for each material and each machine. The thresher output quality, composition of tailing return, and separating loss were analyzed from the samples taken at each treatment. A separate experiment for measurement of the power requirement of the head-feeding type thresher was also performed.

The results are summarized as follows:

1. There was a difference in the thresher output quality between rice varieties. In case of wet-paddy threshing at 550 rpm, grains with branchlet and torn heads for the Suweon 264 were 12% and 7% of the total output in weight, respectively, and for the Minehikari 4.5% and 2% respectively. In case of dry paddy threshing, those for the Suweon 264 were 8% and 5%, and for the Minehikari 4% and 1% respectively. However, those for the Milyang 23, which is highly susceptible to shattering, were much lower with 1% and 0.5% respectively, regardless of the moisture content of the paddy. Therefore, it is desirable to breed rice varieties of the same physical properties as well as to improve a thresher adaptable to all the varieties.

* 서울대학교 農科大學 農工學科

2. Torn heads, which increased with the moisture content for all the varieties except the Milyang 23, decreased as the cylinder speed increased, but grains with branchlet didn't decrease. The damaged kernels increased with the cylinder speed.

3. The thresher output quality was not affected much by the feed rate. But grains with branchlet and torn heads increased slightly with the feed rate for the head-feeding type thresher since higher resistance lowered the cylinder speed.

4. In order to reduce grains with branchlet and torn heads in wet-paddy threshing, it is desirable to improve the head-feeding type thresher by developing a new type of cylinder which do not give excess impact on kernels or a concave which has different sizes of holes at different locations along the cylinder.

5. For the head-feeding type thresher, there was a difference in separating loss between the varieties. At the cylinder speed of 600 rpm the separating losses for the Minehikari and the Suweon 264 were 1.2% and 0.6% respectively. The separating loss of the head-feeding type thresher was not affected by the moisture content of paddy while that of the Mini-agad thresher increased with the moisture content.

6. From the analysis of the tailings return, it appeared that the tailings return mechanism didn't function properly because lots of single grains and rubbishes were unnecessarily returned.

7. Adding a vibrating sieve to the head-feeding type thresher could increase the efficiency of separation. Consequently, the tailings return mechanism would function properly since unnecessary return could be reduced greatly.

8. The power required for the head-feeding type thresher was not affected by the moisture content of paddy, but the average power increased linearly with the feed rate. The power also increased with the cylinder speed.

1. 緒 論

벼의 脫穀은 가장 중요한 收穫作業의 하나로서 다른 作業에 비하여 比較的 오래전부터 機械化되어 왔고 현재는 半自動 또는 全自動脫穀機가 널리 利用되고 있다. 또한 이와 같은 脫穀機는 刈取後 상당한 期間동안 太陽熱에 의한 自然乾燥過程을 거쳐 脫穀하는 이른바 慣習的 乾脫穀에 適應하도록 製作되어 利用되고 있다.

그러나, 이러한 乾脫穀의 作業技術體系에 하나의 改革이 要求되고 있다. 이 새로운 技術은 生脫穀 作業技術體系로서, 刈取된 벼를 오랫동안 圃場에 放置 함으로써 나타날 수 있는 質的 또는 量的 損失을 最少化 하면서 그 이후에 따르는 作業의 科學化 또는 省力化를 達成하고자 하는데 그 意義를 찾아 볼 수 있다. 乾脫穀 體系에 있어서는 줄거리 過程中 降水로 因하여 穀粒이 再吸濕하는 경우의 搗精

米의 收率減少나 脫粒性 統一系 品種을 乾燥한 狀態에서 取扱하는 경우 나타나는 取扱 損失量이 莫大하다는데 注意할 必要가 있다.

乾脫穀體系에서 生脫穀體系로의 技術的 轉移에는 무엇보다 現在 普及중인 脫穀機의 生脫穀에 대한 適應性이 問題가 된다. 따라서 本 研究에서는 生脫穀의 狀況을 이해하고 그 問題點을 파악하며 나아가서는 새로운 脫穀機의 開發에 필요한 資料를 얻기 위하여 脫穀機의 諸行動要因으로서 穀物의 含水率, 脫穀材料의 供給速度, 脫穀機 拔洞의 回轉 速度가 脫穀機의 調製性能, 選元物의 組成과 選別損失 所要動力에 미치는 影響을 實驗的으로 糾明하고자 하였다.

2. 文獻概要

가. 脫穀機의 調製性能

脫穀時 發生하는 損失은 세가지 側面에서 생각할

수 있다. 그 첫째는 脫穀機의 排幹口, 排塵口에서 發生하는 直接的인 作業損失이며, 둘째는 穀粒口로 나온 穀粒이라도 脫穀機의 調製性能이 좋지 않기 때문에 穗切粒, 枝莖附着粒, 損傷粒, 異物質이 많이 포함되어 脫穀物의 品位를 낮추고 脫穀 以後의 作業과 取扱에 불편을 주고 效率를 낮춤으로써 생기는 損失이고, 셋째는 과도한 脫穀機의 作動으로 인하여 穀粒 自體에 發生하는 搗精損失이다.

國內에서도 이미 탈곡으로 인한 作業損失과 搗精損失에 관한 研究는 鄭(5)등 金(1), 殷(1), 金(2)등에 의해 이미 이루어졌으나 生脫穀으로 인해 低下되는 調製性能에 관한 研究는 이루어지지 않고 있다.

이에 관한 주요 연구로서는 江崎(10) 및, 今園・間中(17)등에 의해 이루어졌으며 日本에서 生産되는 自動脫穀機의 穗切粒의 重量比率는 收量의 2.6~7.3%의 범위에 있고 自脫型 콤바인에서는 穗切粒과 枝莖附着粒의 重量比率가 1.7~5.7% 범위에 있다고 보고 되었다.

調製性能을 높이고 脫穀機의 作業能力을 크게 하기 위하여 많은 사람들이 새로운 脫穀方法을 考察했으며 部分的인 改善도 試圖하였다. 崔・李(6)는 投入式 脫穀機를 개발하기 위하여 既存 自動脫穀機의 拔胴 2個를 연결하고 揚穀裝置, 選別裝置, 直排出裝置 및 칼날을 개량하여 試驗하였으며, 李・鄭(4)은 脫穀機의 選別性能 測定方法을 개발하였고, 堀尾・川村(12)은 Stripping Type의 立毛脫穀型 收穫機의 開發을 시도하였다. 또 江崎등(11)은 上給式・脫穀機의 性能을 研究하였으며, 小家・福島(13)은 複胴型의 Suspension 脫穀에 關하여 研究하였다. 필리핀에서는 西洋의 脫穀機에 가까운 여러 型式의 脫穀機를 개발하여 비교 연구하였으며(32) 그중 하나인 Mini-agad 脫穀機는 본 實驗에서도 供試되었다.

拔齒의 개량에 관한 研究는 江崎등(7)에 의하여 이루어졌으며, 拔胴과 受網, 選別室에 關하여는 江崎등(7, 10, 20)에 의하여 이루어졌다. 途風選別風路에 關하여서는 竹内(19)등에 의해 이루어졌으며 벼 이삭 부분의 材料力學的 性質에 關하여는 川村등(22)과 田原등(18)에 의해 研究되었다. 그들은 脫粒力은 穀粒 含水率의 增加에 따라 增加하는 反面 枝莖의 最大 引張力은 穀物含水率의 增加에 따라 減少하였고, 最大 變形度는 增加하였다고 보고하였다.

選別 fan과 그 選別에 關하여서는 Uhl등(32)과 Quick(29)에 의해서 이루어졌다. 選別風路內에서

grain sieve의 振動이 選別에 미치는 影響에 關하여는 Lee등(27, 28)에 의하여 研究되었으며, 振動面 위에서의 粒子의 理論的인 運動에 關해서는 Shertz등(30)과 岩尾등(14, 15, 16)에 의하여 研究되었다.

나. 還元物の 組成과 排塵 損失

還元裝置의 本來의 目的은 受網 밑으로 떨어지는 脫穀物에서 選別된 枝莖附着粒, 穗切粒과 再處理網을 通過한 通過物中 選別室에서 떨어지는 穀粒 등을 投室로 還元시킨으로써 脫穀機 自體의 調製性能을 높이고 選別損失을 줄이는데 있다. 그러나 還元物의 量이 많으면 動力消耗가 커지며 또 投室 자체의 脫穀性能이 좋지 않다는 것을 의미한다. 이에 關해서는 江崎등(8, 10)이 研究하였다. 이들에 의하면 自動脫穀機에서 投入한 總 穀物中 還元物은 全體의 約17%에 相當하며 이중 穗粒과 枝莖附着粒의 양은 乾脫穀時 2~5% 生脫穀時 2~12%에 不過하였다. 또 動力의 浪費를 초래하고 通路를 막는 穀屑의 양은 還元物中 乾脫穀時 10~15%, 生脫穀時 50~80%에 이르렀다. 또한 이러한 還元物을 모두 脫穀機 밖으로 除去할 경우 脫穀機의 作業能力은 20~50%程度 增加했으며 所要 動力은 1馬力정도 감소하였다. 選別損失은 다른 作業損失과는 달리 作業後 수거가 不可能하다. 따라서 日本의 動力脫穀機 檢査基準(17)에서는 選別損失量이 全投入穀物의 0.7%以下로 되어야 한다고 規定하고 있다.

다. 所要動力

國內에서는 아직 스트레인 게이지(Strain gauge)를 이용한 脫穀機의 所要動力에 관한 研究가 이루어진 것을 찾아볼 수 없다. 日本에서는 이에 關해 콤바인의 供給을 制御하기 위한 適應制御에 關한 研究(23, 24)나 콤바인의 機能에 關한 研究의 일부로서 川村등(20, 21)에 의해서 이루어졌다. 그에 의하면 拔胴에 所要되는 動力은 全體의 60%가량되며 乾脫穀時는 生脫穀에 比하여 所要動力이 1/2로 減少되었다. 脫穀材料의 供給速度의 증가에 직접적으로 所要動力은 증가했으며, 西洋의 콤바인의 경우도 前進速度에 따라 직접적으로 증가하였다(26). 川村(21)등은 V-벨트 傳動에 의하여 動力을 測定하였는데 穀粒 供給量 1,200kg/hr일때 拔胴의 所要動力은 生脫穀時 약 1.7PS 乾脫穀時 0.8PS정도이었다. 그러나 이 경우도 Slip에 의하여 상당한 動力消耗가 있었다.

3. 材料 및 方法

가. 材料 및 實驗設計

本 實驗은 2년에 걸쳐 實施되었는바 1978년에는 경기도 수원시 서둔동에 所在한 서울대학교 농과대학 부속농장에서 自動脫穀機를 이용하여 實施되었으며 1979년에는 경기도 수원시 구운동에 있는 圃場을 賃借하여 自動脫穀機와 Mini-agad 脫穀機를

이용하여 실시했고 自動脫穀機의 所要動力測定實驗은 경기도 수원시 서둔동에 위치한 農村振興廳 作物試驗場 圃場에서 실시하였다.

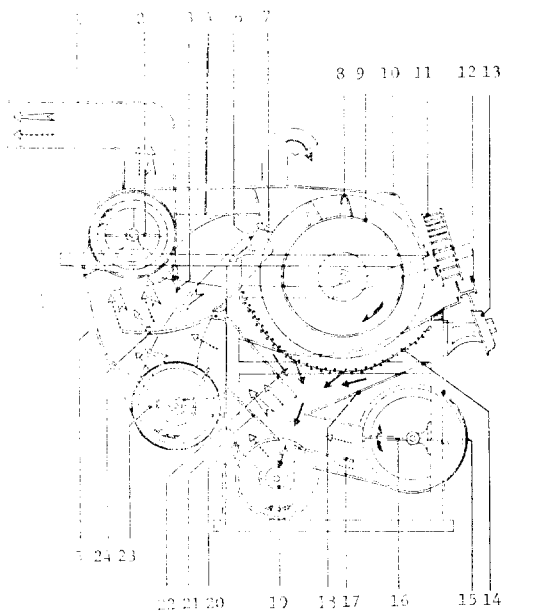
이때 使用된 自動脫穀機와 Mini-agad 脫穀機는 필리핀에서 開發한 投入式 脫穀機로서, Spike-tooth 型이더 選別方式으로 振動체(vibrating sieve)를 사용하고 있다.

各 實驗의 內容은 Table 1과 같이 要約된다. 1978년에 實施된 實驗에서 穀物의 含水率은 圃場內

Table 1. Details of Experiments

Experiment No.	Factors	Levels of Factors	Investigated Items	Remarks
I	Variety	Suweon 264 Minehikari	Grain with branchlet Torn head	Year:1978 Date:Sept. 26, Oct. 2,
	m.c. (w.b.)	20, 18, 16%	Damaged kernel Separating loss	Oct. 11 for Suweon 264
	Cylinder speed	450, 500, 550, 600, 650, 700rpm	Rate of head rice	Oct. 7, Oct. 14, Oct. 26 for Minehi- kari
				Thresher: Hae-ryukHR 70
	Variety	Milyang 23 Minehikari	Grain with branchlet Torn head	Year:1979 Date: Oct.3, Oct.9 for
	m.c. (w.b.)	Milyang23:23.6, 16.7% Minehikari:22.0, 16.6%	Damaged kernel Broken straw Rate of head rice	Milyang 23 Oct.7, Oct.9 for Minehikari
	Feed rate	Milyang23: 420, 600, 780 kg/hr Minehikari: 385, 550, 715 kg/hr		Thresher:Hae-ryuk HR 70
II	Variety	Milyang 23 Minehikari	Grain with branchlet Torn head	Year:1979 Date:Oct. 3, Oct. 8 for
	m.c. (w.b.)	Milyang23:23.6, 17.5% Minehikari:22.0, 17.9%	Damaged kernel Broken straw Rate of head rice	Milyang 23 Oct.7, Oct. 8 for Minehikari
	Feed rate	Milyang 23:120, 168, 216 kg/hr Minehikari:110, 154kg/hr		Thresher:Mini-agad Thresher
IV	m.c. (w.b.)	Suweon264:20.1, 18.9% Jinheung:19.0, 16.2%		Year:1979 Date:Oct.21, Oct.29 for
	Cylinder speed	500, 550, 600rpm	Torque(kg·m) Engine RPM	Suweon 264 Oct.21, Oct.29 for Jinheung
	Feed rate	Suweon264:420, 600, 780 kg/hr Jinheung:385, 550, 715 kg/hr		Thresher: Hae-ryuk HR70

에서 刈取하지 않은 상태에서 試料를 採取하여 電氣抵抗式 穀物含水率 測定器로 매일 測定하여 所要含水率에 맞추어 實驗 날짜를 決定하였다. 또한 1979년에 실시한 實驗은 穀物の 含水率을 一定하게 하기 爲하여 實驗 날짜를 調整하지 않았고 任意의 날짜에 비를 배어 生脫穀한 後 一定期間 經過후에 乾脫穀하였으며 11월 23호, 미네히카리 모두 10월 3일에 바인더로 刈取한 후 圃場內에서 乾燥하였다. 이때 穀物含水率은 110°C에서 24時間 乾燥하는 Oven-method에 依해 測定하였다.

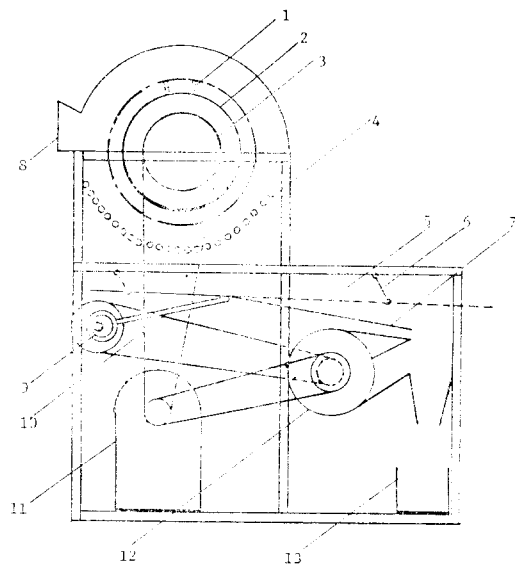


1. Chaff outlet 2. Fan 3. Control board
4. Second cylinder 5. Cover 6. Control board
7. Knife 8. Threshing tooth 9. Cylinder 10. Cover
11. Feeding chain 12. Feeding rail 13. Spring box 14. Concave 15. Cover 16. Fan 17. Air stream divider 18. Grain guide plate 19. Auger 20. Control board 21. Grain guide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

Fig. 1. Schematic drawing of the head-feed type thresher used for the experiment.

나. 實驗方法

1978년의 自動脫穀機에 對한 投胴 rpm과 穀物含水率의 要因變化 實驗은 脫穀材料의 供給速度를 一定하게 維持하기 爲하여 바인더로 刈取한 벼를 2초



1. Spike tooth 2. Threshing cylinder 3. Pulley
4. Concave 5. Perforated vibrating sieve
6. Flat spring 7. Grain Pan 8. Inlet 9. Cam
10. Connecting 11. Engine 12. Fan 13. Bucket
Fig. 2. Schematic drawing of the Mini-agad thresher used for the experiment.

에 1단 간격으로 畝를 刈 狀態에서 3단을 供給하였다. 이때 穀物로서의 供給速度는 540kg/hr이었다. 試料는 1번 穀粒口에서는 穀物이 送出되는 道를 約 600g을 任意로 採取하였고, 選別損失을 測定하기 爲하여서는 排塵口가 向하고 있는 地面에 4m×4m의 프레를 펼쳐놓아 全量 採取하였다. 이때 脫穀機 投胴의 回轉速度는 耕耘機의 加速機를 조정하여 引擎의 回轉速度를 변경시킴으로써 調整하였다.

1979년의 11월 23호 脫穀試驗에서는 1단보의 바인더 1단수와 탈곡 수량으로부터, 自動脫穀機의 경우에 420kg/hr의 供給速度는 1分當 바인더로 刈取한 벼 23단을 供給하는 것에 해당하며, 600kg/hr는 33단, 720kg/hr는 43단을 供給하는 것에 각각 해당 하였다. 또한 Mini-agad 脫穀機의 경우는 세가지 水準의 供給速度를 採擇하였는바 120kg/hr는 1분當 6.5단, 168kg/hr는 9.3단, 216kg/hr는 12단을 공급 하는 것에 해당하였다. 이때 自動脫穀機 投胴의 回轉速度는 550rpm로 維持되었다. 1번穀粒口의 試料는 作業도중 임의의 時間에 600g정도 採取하였고 選元物은 작업개시 20초후에 選元 스톱워(thrower)의 뚜껑을 열고 그 밑에 용기를 設置하여 採取하였다.

所要動力 測定實驗에서는 刈取한 벼의 穀物(질+穀物)값을 實驗直前に 實驗室에서 測定하였던 生脫穀時 수원 264는 0.42, 진흥은 0.47이었고, 乾脫穀時는 수원 264는 0.50, 진흥은 0.58이었다. 따라서 生脫穀時 수원 264는 供給速度 420kg/hr에서 8.35kg의 벼단을 30초간 供給하였으며, 600kg/hr는 11.9kg의 벼단을, 780kg/hr는 15.5kg의 벼단을 供給하였다. 진흥의 경우는 供給速度 385kg/hr에서 6.87kg의 벼단을 30초간 供給하였으며, 550kg/hr는 9.83kg의 벼단을, 715kg/hr는 12.79kg의 벼단을 供給하였다. 乾脫穀時도 마찬가지로 方法에 의하여 수원 264는 420kg/hr에서 6.77kg, 600kg/hr에서 9.68kg, 780kg/hr에서 12.58kg의 벼단을 30초 동안에 供給하였으며 진흥은 割當供給率에 따라 5.27kg, 7.53kg, 9.79kg을 각각 供給하였다.

다. 脫穀物の 品位 決定

生脫穀物의 調製性能은 生脫穀物中에 包含된 枝莖附着粒, 穗切粒, 損傷粒등의 程度로써 나타내었으며 이들은 肉眼으로 選別하여 重量比로 나타내었다. 이때 枝莖附着粒(grain with branchlet)이란 穀粒에 붙어있는 小枝莖의 長이가 1cm 以上인 것을 뜻하며 穗切粒(torn head)이란 2個以上の 穀粒이 同時에 붙어있는 것을 뜻하고, 損傷粒(damaged kernel)은 稃穎이 벗겨져 營養物質이 보이는 것을 뜻한다.

라. 所要動力 測定

脫穀時의 所要動力을 測定하기 위하여 楕圓形 토오르 變換器(torque transducer)를 製作하여 엔진 풀리와 動力傳達用 平벨트를 거는 풀리사이에 設置하고 이 變換器의 비틀림을 스트레인 게이지로 感知하여 토오르를 測定하였다. 엔진 풀리의 回轉速度를 測定하기 위하여서는 動力源으로 使用된 動力耕耨機의 로타리作業機를 驅動하는 스플라인軸과 減速比 20:1인 減速기어박스를 鏈으로 連結한 後 減速기어박스의 다른 한쪽 軸에 突起를 만들고 軸이 回轉할 境遇 이突起가 스트레인 게이지를 附着한 鐵片을 치게 함으로서 軸의 1回轉이 記錄紙에 1회의 Pulse로 나타나게 하였다.

脫穀機 投胴의 回轉速度도 投胴과 위엄 기어로 連結된 벼 移送체인 驅動軸에 突起를 만들고 여기에 스트레인 게이지를 附着한 鐵片이 接觸하게 함으로써 記錄紙에 나타난 Pulse數를 測定하여 구하였다.

4. 結果 및 考察

가. 脫穀機의 調製性能

脫穀機의 調製性能은 穗切粒의 증량퍼센트로 나타내거나 穗切粒과 枝莖附着粒을 合한 증량 퍼센트로 나타내는 것이 一般的이다. 그러나 여기서는 穗切粒과 枝莖附着粒의 發生이 相異한 性질을 갖기 때문에 서로 분리시켜 증량 퍼센트로 나타내었으며 損傷粒은 肉眼으로 選別이 가능한 脫穀粒의 증량 퍼센트로 나타내었다.

1) 穀物 含水率에 의한 影響

Table 2은 脫穀機의 形式, 品種, 穀物 含水率에 따라 枝莖附着粒, 穗切粒, 損傷粒의 처리별 平均置을 나타낸 것이다.

自動脫穀機에서 수원264호와 미네히카리의 枝莖附着粒과 穗切粒의 發生은 生脫穀을 하더라도 증가하였고 損傷粒의 發生은 감소하였으나, 脫穀仕이 강한 밀양 23호에서는 生脫穀을 하더라도 脫穀機의 調製性能이 저하되지 않아 현재의 自動脫穀機를 그대로 사용하더라도 生脫穀이 가능하다. 그러나 脫

Table 2. Comparison of the thresher output quality at different moisture levels.

Thresher	Variety	* ** ***			
		m.c.	GWB	TRH	DMK
Suweon264		20	12.1	6.8	0.1
		18	10.1	10.1	0.6
		16	7.6	4.5	0.5
Auto-thresher (Head feeding Minehikari type)		20	5.4	2.0	1.7
		18	5.4	1.8	1.8
		16	4.0	1.1	2.6
Milyang23		23.6	0.5	0.1	0.2
		16.7	0.8	0.3	0.1
Minehikari		22	4.0	0.9	0.2
		16.6	2.5	0.7	0.3
Mini-agad thresher (Throw-in type)	Milyang 23	23.6	1.38	1.45	0.01
		17.5	2.78	2.71	0.01
Minehikari		22	5.6	5.1	0.03
		17.9	4.6	5.5	0.06

* GWB: Grain with branchlet

** TRH: Torn head

*** DMK: Damaged kernel

脫穀機의 諸作動要因이 벼의 生脫穀性能에 미치는 影響

粒性이 약한 品種인 경우에는 枝莖附着粒과 穗切粒의 발생이 현저히 증가하므로 이에 대한 脫穀機의 改善이 要望된다.

脫穀用 拔齒로서 Wire-loop 대신에 Spike-tooth를 사용한 投入式 脫穀機인 Mini-agad 脫穀機는 먼저 振動체(Vibrating sieve)에 의하여 선별하고 바람에 의해 精選하였으나 自動脫穀機보다는 調製性能이 劣等하였으며, 특히 穀粒이 돌 또는 셋 정도 붙어 있는 비교적 작은 크기의 穗切粒이 많이 포함되어 있었다. 따라서 振動체의 구멍 크기를 지금보다 작게 할 필요가 있으나 振動체의 處理容量이 문제된다. 그러나, 이러한 裝置를 이삭脫穀方式의 自動脫穀機에 채택할 경우 投入式과 같이 많은 損傷이 발생하지 않으므로 효과적으로 選別할 수 있어서 脫穀機의 調製性能을 向上시킬 수 있을 것으로 判斷된다.

2) 拔胴 回轉速度에 의한 影響

Fig 3과 Fig 4는 각기 수원 264호와 미네히카리를 自動脫穀機로 脫穀했을 때 拔胴 回轉速度가

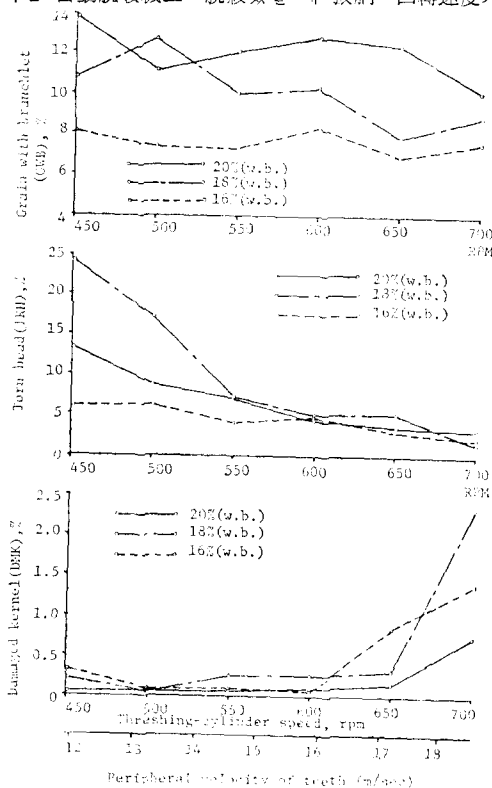


Fig. 3. Effects of threshing-cylinder speed of the head-feeding type thresher output quality (Suweon 264)

脫穀機의 調製性能에 미치는 影響을 穀物 含水率에 따라 나타낸 것이다. 이들 그림에서 볼 수 있듯이 枝莖附着粒의 發生은 拔胴의 回轉速度에 큰 影響을 받지 않았으며 穀物含水率과 品種에 의해서만 그 차이를 나타내었다. 즉 枝莖附着粒의 發生은 生脫穀일수록 增加하고 實用 拔胴 回轉速度 범위에서는 미네히카리의 경우가 4% 內外 수원 264호의 경우가 8~13%로 나타났다.

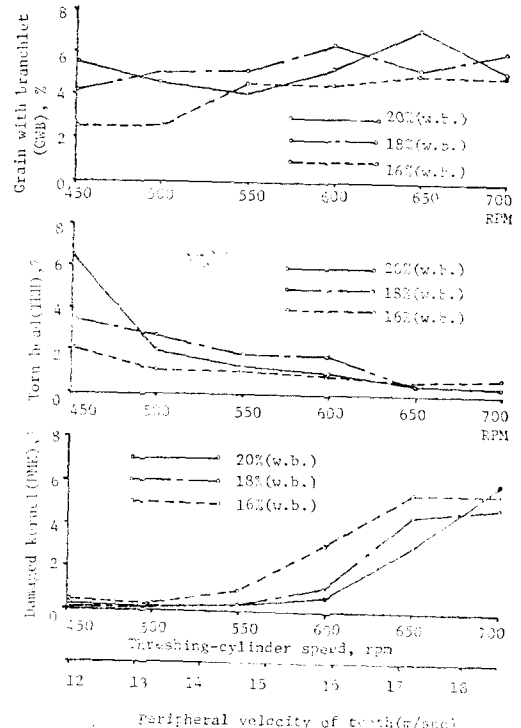


Fig. 4. Effects of threshing-cylinder speed of the head-feeding type thresher on the thresher output quality (Minchikari)

그러나, 穗切粒의 發生은 수원264, 미네히카리 모두 拔胴 回轉速度의 증가에 따라 현저히 감소하였다. 反面에 損傷粒은 桴동회전속도에 따라 현저히 증가하는 傾向을 나타내었으나 拔胴 回轉速度의 實用範圍를 550~600rpm으로 잡는다면 損傷粒의 發生은 別로 問題가 되지 않는 것으로 判斷된다.

따라서 현재의 自動脫穀機의 構造만으로도 穗切粒과 損傷粒의 發生은 適正化할 수 있지만 枝莖附着粒의 發生을 감소시키기 위하여는 拔室의 改善이 필요하다. 즉 이미 알려진 바와 같이 自動脫穀機의 受網 및 脫穀物의 落下量은 排幹口 근처보다 投入

口 근처에 상대적으로 많이 分布하고 있어 投入口 근처로 떨어지는 脫穀物의 選別이 곤란하여지며 때로는 스크류콘베이어(screw conveyer)를 막히게도 한다. 이런 理由때문에 현재 생산되고 있는 自動脫穀機중에는 流穀板의 選別風路 바로 윗부분에 또 하나의 스크류콘베이어를 附着하여 投入口 근처에서 集中的으로 落下하는 脫穀物을 分散시키는 방법도 사용하고 있다. 그러나 이것은 근본적으로 拔室에서 生成되는 脫穀物의 質을 높일 수 있는 方法이라 할 수 없다. 따라서 投入口 근처는 구멍의 크기가 현재보다 작고 排幹口 근처는 현재와 같은 구멍 크기를 갖는 受網을 사용하면 投入口 근처에서 受網을 통한 脫穀物의 落下를 억제하게 되고 이로서 상대적으로 累積된 脫穀物은 拔齒의 配列에 따라 排幹口 근처로 이동하여 落下하게 되므로 脫穀物의 落下分布를 조절할 수 있고 그 質도 向上시킬 수 있다고 생각되어 이를 自動脫穀機 改良의 한 方案으로 提示코져 한다.

특히 수원 264호의 枝莖附着粒과 穗切粒의 발생은 각기 600rpm에서도 生脫穀機의 경우 각각 13%와 5%에 이르며 乾脫穀을 하더라도 각각 8%와 5%에 이르고 있어 脫穀機 構造의 改善이 要望된다.

3) 脫穀材料의 供給速度에 의한 影響

Fig. 5는 自動脫穀機에서 脫穀材料의 供給速度에 따라 調整性能이 어떠한 影響을 받는가를 나타낸 것이다.

전반적으로 뚜렷한 傾向이 나타나지는 않았고 단지 穗切粒의 발생이 밀양 23호 미네히카리 모두 供給速度의 增加에 따라 조금 증가하는 傾向을 나타내었다. 이것은 脫穀材料의 供給速度가 증가함에 따라 脫穀抵抗이 증가하게 됨으로 拔胴回轉速度가 순간적으로 감소한데 기인한 것으로 생각된다. 또한 供給速度의 증가에 따라 검불의 양이 증가한 것은 受網을 통과한 落下物의 증가 뿐 아니라 여기에서 사용된 自動脫穀機가 拔胴 回轉速度의 감소에 따라 선별판의 回轉速度도 감소하게 되어 選別性能이 저하되었기 때문으로 생각된다. 따라서 풍력에 의한 선별 방식에서 選別性能을 일정하게 유지하기 위하여는 선별판의 회전속도를 일정하게 유지시켜 줄 필요가 있다.

Fig. 6은 Mini-agad 脫穀機에서 脫穀材料의 供給速度에 따라 調整性能이 어떠한 影響을 받는지를 나타낸 것이다. 自動脫穀機에서와는 달리 穗切粒의

발생이 供給速度의 影響을 받지 않았다. 이것은 脫穀物의 모양과 크기에 따라 選別하는 振動체를 사용하여 항상 일정한 크기 이하의 脫穀物만을 選別

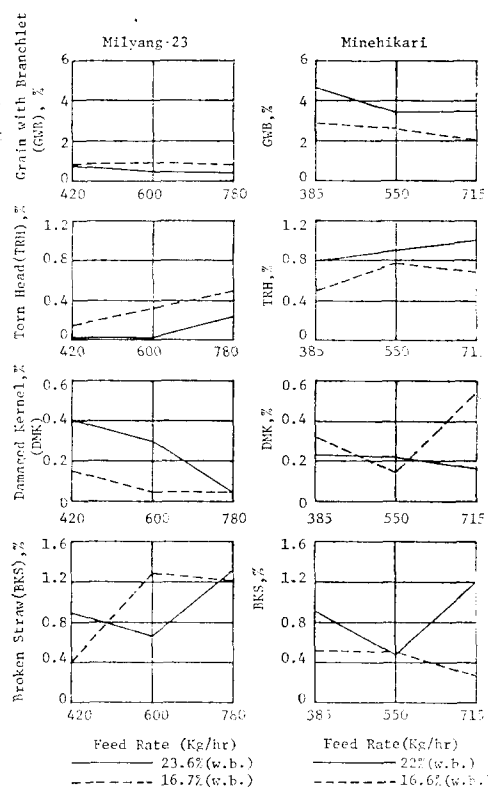


Fig. 5. Effects of the feed rate of the head-feeding type thresher on the thresher output quality

할 수 있을 뿐 아니라 脫穀部의 동력전달 V-벨트와 選別部의 동력전달 V-벨트를 따로 사용함으로써 脫穀部의 回轉速度減少가 自動脫穀機와 같이 選別部에 크게 影響을 주지 않았기 때문이라 생각된다. Fig. 6의 미네히카리에서 供給速度 154kg/he 까지만 결과가 나타난 것은 供給速度 198kg/hr에서 과부하로 因하여 脫穀機가 정지 하였기 때문이다. 이 過負荷가 일어나는 原因은 미네히카리의 草長이 밀양23호에 비하여 길었기 때문이라고 생각된다. 즉 Mini-agad 脫穀機에 投入하는 벼는 本來 이삭에서부터 50cm가량 되게刈取하여 投入하도록 脫穀機使用案内書는 提示되어 있으나, 현재 우리나라

脫穀機의 諸作動要因이 벼의 生脫穀性能에 미치는 影響

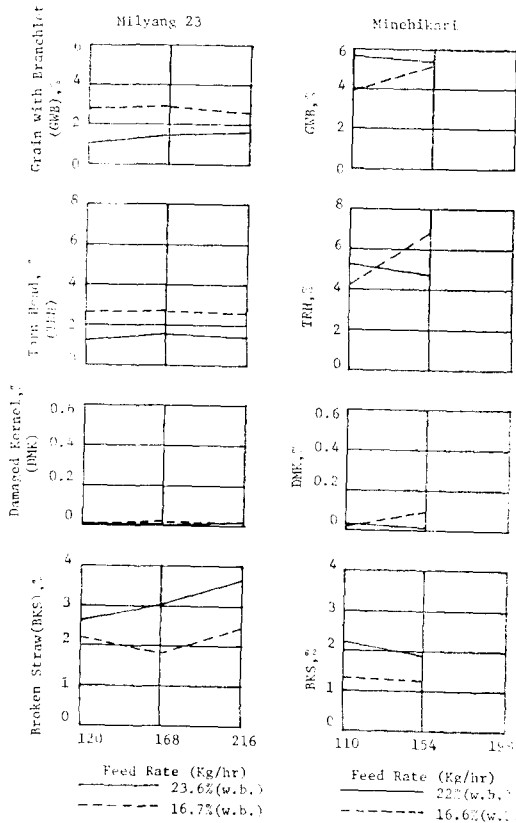


Fig. 6. Effects of the feed rate of the Mini-agad thresher on the thresher output quality

의 慣行 刈取方法에 準한 草長을 投入하여 試驗한 것이기 때문에 줄기가 扱胴에 감기게 됨으로써 줄기의 筋線가 이루어지지 않고, 또 排出쪽으로 移送도 되지 않아 供給量이 많은 경우 糞이 扱胴에 계속 감기게 되므로 過負荷 現象이 일어난 것으로 判斷된다. 일반적으로 調製性能은 扱胴의 直徑이 큰 것이 우수한 것으로 알려져 있으므로 投入式 脫穀機는 현재보다 直徑을 若干增加 시키든지 아니면 投入材의 草長을 짧게 하는 것이 바람직하다고 判斷된다.

나. 還元物의 造成과 選別損失

여기서 自動脫穀機의 選別損失이라 함은 選別에 실패하여 排塵口를 통하여 脫穀機 밖으로 배출된 碎粒의 總 投入穀物에 대한 重量比를 뜻하며 投入式 脫穀機인 Mini-agad 脫穀機에서는 振動체를 통과

하지 못하고 검불과 같이 밀려 떨어진 碎粒의 總 投入脫穀에 대한 重量比를 말한다.

1) 穀物 含水率에 의한 影響

Table 3은 脫穀機, 品種, 穀物 含水率에 따른 各 處理組合의 選別損失의 平均치를 나타낸 것이다. 自動脫穀機로 生脫穀을 할 때, 수원 264의 경우는 選別損失이 감소하는 경향을 나타내는 반면에 미네히카리는 증가하는 경향을 보임으로써 品種間의 차이를 나타내었다. 그러나 Mini-agad 脫穀機에서는 두 품종 모두 生脫穀할 때 選別損失이 크게 나타났다. 이것은 自動脫穀機가 風力에 의하여 選別하는 반면 Mini-agad 脫穀機에서는 振動체 방식을 採擇하였기 때문인 것으로 생각된다. 즉 選別性能은 自動脫穀機의 風力選別方式의 경우 脫穀物의 比重, 表面性質에 따른 空氣抵抗 등 作物 生態의 인연에 크게 영향을 받게 되고, 振動체는 어떠한 穀物이 어떠한 狀態로 脫穀되든 상관없이 일정한 크기 이하의 穀物만을 통과시키나 脫穀物과 脫穀物, 脫穀物과 體表面과의 摩擦에 영향을 받아서 生脫穀時 選別性能이 크게 저하되기 때문이다.

(2) 扱胴 回轉速度에 의한 影響

Fig. 7은 自動脫穀機에서 扱胴回轉速度가 選別損失에 주는 영향을 品種別로 또한 穀物 含水率의 수준에 따라 나타낸 것이다. 수원 264는 扱胴 回轉速度의 增加에 따라 選別損失이 증가하였으나 미네히카리는 600rpm에서 특히 生脫穀時 1.2%에 이르고 있으며 그 이상의 回轉速度에서 급진적으로 증가함을 알 수 있다. 따라서 選別損失을 減少시키

Table 3. Comparison of separating loss at different moisture levels.

Thresher	Variety	m.c.	Separating loss(%)
Auto-thresher (Head-feeding type)	Suweon 264	20	0.38
		18	0.73
		16	0.56
	Minehikari	20	1.2
		18	1.92
		16	0.97
Mini-agad thresher (Throw-in type)	Milyang 23	23.6	3.46
		17.5	1.92
	Minehikari	22	4.94
		17.9	2.03

기 위해서는 대체로 600rpm 이하의 作動條件을 유지하는 것이 바람직하다. 또한 風力만에 의한 選別方式은 그 구조가 간단하다 할지라도 生脫穀의 경우 穀物과 줄기와의 比重 차이가 줄어들어 選別に 불리하며 品種間에 適應性이 부족하여 미네히카리의 생탈곡과 같은 경우 選別損失이 급증하므로 選別장치의 개선이 요구된다.

3) 脫穀材料的 供給速度에 의한 影響

Fig. 8은 自動脫穀機에서 脫穀材料的 供給速度가 還元物의 組成에 미치는 影響을 品種과 穀物含水率 수준별로 나타낸 것이다. 밀양23호에서는 생탈곡시 還元物중 單粒이 60~80%를 차지하고 건탈곡시 30~78%를 차지하며 供給速度의 증가에 따라 그 양은 감소하였다. 이것은 供給速度의 증가에 따라 직접적으로 撥胴의 脫穀抵抗이 커지고 撥胴과 동력전달계통이 연관된 선별 팬의 回轉速度가 낮아져 風速이 떨어졌기 때문이라 생각된다.

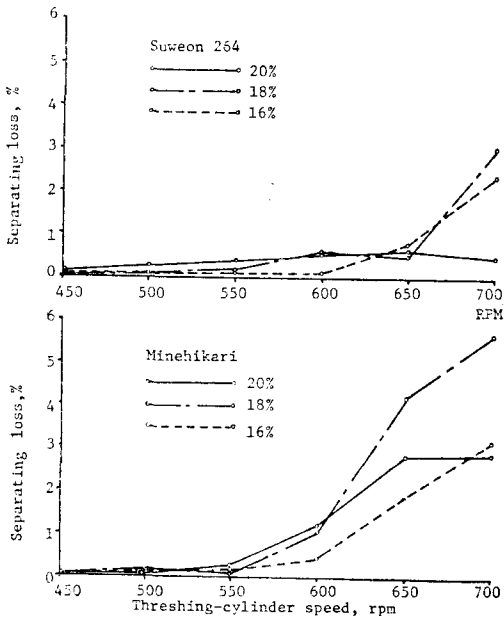


Fig. 7. Effects of threshing-cylinder speed on separating loss at different moisture levels.

脫穀材料的 供給速度가 증가함에 따라 還元物중 稈분의 비율은 증가하여 오히려 더 높은 風速이 필요하나 이렇게 할 경우 還元物중 單粒의 比率가 증가하게 되어 그 작용이 相쇄되게 되므로 風力에 의한 選別方式의 한계를 나타내고 있다. 그러나 미네히

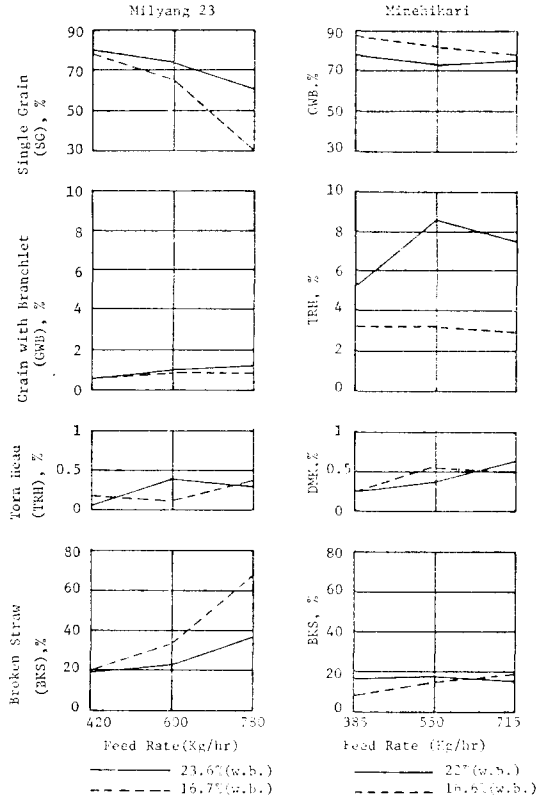


Fig. 8. Effects of the feed rate of the head-feeding type thresher on the composition of tailings return

카리는 供給速度의 증가에 따라 還元物중 單粒의 비율은 떨어지고 枝莖附着粒과 穗切粒의 비율은 증가하는 경향이 있었으며, 稈분의 비율도 밀양23호에 비하여 적어서 밀양 23호보다는 좋은 경향을 나타내고 있다. 그러나 單粒의 비율은 생탈곡, 건탈곡 모두 73~88%에 이르고 있으며 枝莖附着粒은 3~7%에 불과하고 穗切粒도 0.25~1.6%에 불과하며 稈분은 9~18%에 이르러 역시 還元裝置本래의 목적을 달성하지 못했으며 환원오거(auger) 근처 選別室의 改善 혹은 選別方法의 改善이 要望된다.

Fig. 9는 Mini-agad 脫穀機에서 脫穀材料的 供給速度가 選別損失에 주는 影響을 品種別로 穀物含水率의 수준에 따라 나타낸 것이다. 밀양 23호의 選別損失은 생탈곡시 2~2.5%, 건탈곡시 1.7~2.1%이며 이중 單粒은 생탈곡시 40~72%, 건탈곡시

18~24%에 불과하고 枝莖附着粒은 생탈곡시 9~14%, 전탈곡시 16~19%이며 穗切粒은 생탈곡시 16~46%, 전탈곡시 58~64%에 이르고 있어 특히 전탈곡시 그 選別性能이 風力단에 의해 선별하는 自動脫穀機에 비해 높았다. 이런 選別方式을 自動脫穀機에 채택할 경우 還元裝置 본래의 목적을 달성할 수 있을 것으로 판단된다. 특히 자동탈곡기는 이삭脫穀方式(Head-feeding type)이기 때문에 受網 밑으로 떨어지는 탈곡물중 검불의 양도 적어 그 選別性能은 더욱 향상되어 탈곡기의 調整性能을 높이고 전체적으로 還元物의 양도 줄일 수 있어 所要動力면에서도 유리할 것으로 判斷된다.

乾脫穀이 실시되었던 바 生脫穀과 乾脫穀 實驗이 동시에 수행되지 않아 設置狀態가 같다고 할 수 없고 測定된 토오르는 풀리와 동력전달 평벨트 사이의 미끄럼으로 인하여 실제의 값이라고는 할 수 없다.

그러나 매 實驗마다 脫穀機 拔胴의 回轉速度와 엔진의 回轉速度를 測定하여 그 傾向을 把握했다. 이때 動力을 전달하는 평벨트와 풀리 사이의 미끄럼은 脫穀機 拔胴풀리 回轉速度의 減少와 엔진풀리 回轉速度 減少를 각각 본래 回轉速度에 대한 퍼센트로 환산하여 그 차이로써 표시하였다.

1) 穀物 含水率에 의한 影響

Fig. 10, Fig. 11은 脫穀 材料의 供給速度와 拔胴 回轉速度에 따라서 平均 所要動力, 拔胴 回轉速度 減少率, 엔진 回轉速度 減少率 및 풀리와 평벨트 사이의 미끄럼을 穀物 含水率에 따라서 나타낸 것이다.

生脫穀이 乾脫穀에 비해 所要動力면에서 뚜렷한 차이를 나타내지는 않았다. 즉 수원 264의 경우 生脫穀이 乾脫穀에 비해 平均所要動力이 높게 나타났으나 이 때는 乾脫穀이 벨트와 평풀리 사이의 미끄럼이 生脫穀에 비해 많았으며, 진흥의 경우 수원 264와는 반대로 乾脫穀이 生脫穀보다 平均所要動力이 높게 나타났으나 이 때는 生脫穀이 乾脫穀보다 벨트와 풀리 사이의 미끄럼이 많았으므로, 平均所要動力은 脫穀材料의 含水率보다는 脫穀機와 구동엔진의 設置狀態에 따라서 차이를 나타낸다고 생각된다.

2) 拔胴 回轉速度에 의한 影響

脫穀材料의 供給速度를 增加시키지 않더라도 拔胴回轉速度의 增加만으로 平均所要動力은 增加하며 拔胴回轉速度의 減少率도 增加하였다. 이것은 脫穀機拔齒의 周速度가 增加하면 拔室에서의 脫穀抵抗도 增加하며 脫穀機내의 선별팬 및 其他 移送裝置의 回轉速度의 增加로 인한 機械의 抵抗의 增加에 기인하는 것으로 생각된다.

3) 脫穀材料의 供給速度에 의한 影響

脫穀材料 供給速度의 增加는 직접적으로 脫穀抵抗을 증가시킨다. 따라서 탈곡재료 供給速度의 增加에 따라 平均所要動力, 엔진과 탈곡기 拔胴의 回轉速度의 減少率 및 動力轉達 평벨트와 풀리사이의 미끄럼은 증가하였다.

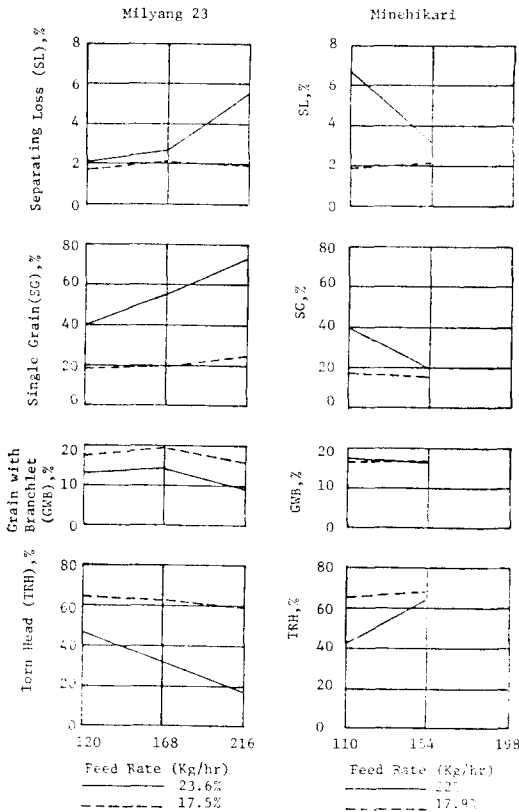


Fig. 9. Effects of the feed rate of the Mini-agad thresher on separating loss and its composition at different moisture levels.

3. 所要動力

本 實驗은 야외에서 慣行의 方法대로 生脫穀과

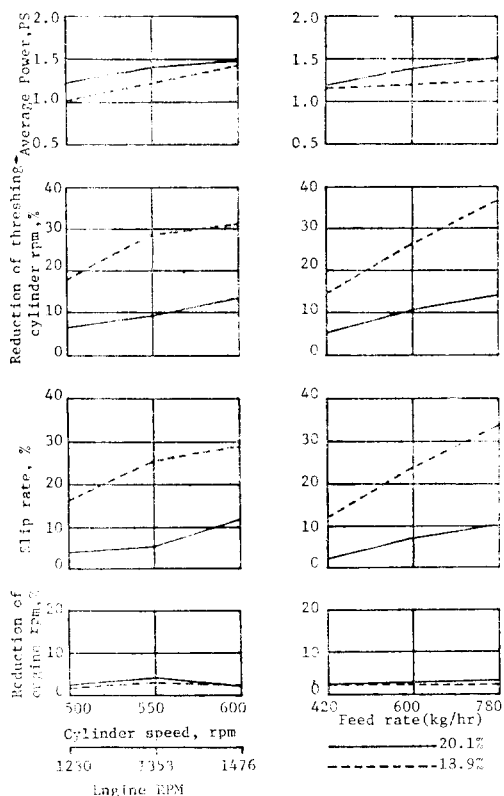


Fig. 10. Effects of the feed rate and threshing-cylinder speed on the mechanical performance (Suweon 264)

5. 要約 및 結論

本 研究은 우리나라에 주로 普及되고 있는 自動 脫穀機와 필리핀에서 開發된 投入式 脫穀機中의 하나인 Mini-agad 脫穀機를 使用하여, 穀物의 含水率, 拔胴의 回轉速度, 脫穀材料의 供給速度 등이 脫穀機의 調製性能, 選元物의 組成과 選別損失所要動力에 미치는 影響을 究明함으로써 生脫穀用 脫穀機 開發의 基本資料를 얻고자 실시하였다.

本 研究에 供試된 材料는 統一系 品種의 수원264와 밀양 23, 그리고 Japonica系 品種의 미네히카리와 진흥이었다. 測定項目은 脫穀機의 調製性能, 選元物의 組成, 選別損失 등이었으며 別途實驗으로 所要動力을 測定하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

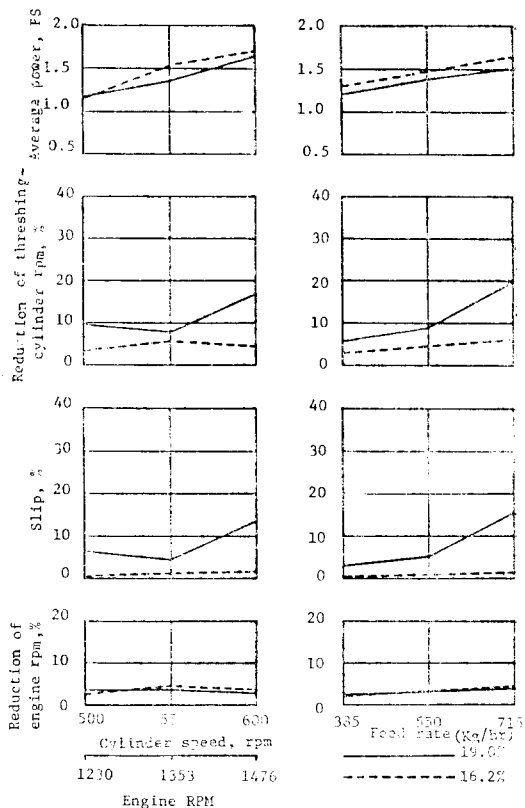


Fig. 11. Effects of the feed rate and threshing-cylinder speed on the mechanical performance (Jinheung)

1. 自動脫穀機의 調製性能은 品種에 따라서 큰 차이를 나타내었다. 수원 264의 경우 550rpm의 拔胴 回轉速度로 生脫穀할 때 枝莖附着粒과 穗切粒의 比率이 各各 12%와 7%, 乾脫穀時 8%와 5%로 나타났으며, 미네히카리의 경우 生脫穀時 4.5%와 2%, 乾脫穀時 4%와 1%로 나타났고 脫粒性이 강한 밀양 23호의 경우에는 生脫穀, 乾脫穀에 관계없이 各各 1%와 0.5%以下로서 매우 작게 나타났다.

따라서 多樣한 形質의 品種에 對하여 適應性을 갖는 脫穀機의 改善이 要求되며 벼의 品種 또한 비슷한 形質을 갖도록 改良되어야 한다.

2. 밀양23과 달리 脫粒性이 강하지 않은 品種을 自動脫穀機로 生脫穀할 때 문제가 되는 穗切粒의 發生은 脫穀機 拔胴의 回轉速度를 增加시킴으로써 減少시킬 수 있으나 枝莖附着粒의 發生은 減少시킬 수 없었다. 또한 損傷粒의 發生은 拔胴 回轉速度의

增加에 따라 增加하였다.

3. 脫穀材料의 供給速度 增加는 自動脫穀機와 Mini-agad脫穀機의 調製性能에 크게 影響을 미치지 않았으나 自動脫穀機에서는 脫穀抵抗의 增加로 拔胴 回轉速度가 減少되어 枝莖附着粒과 穗切粒의 發生이 약간 增加하였다.

4. 自動脫穀機로 生脫穀할 때 增加하는 枝莖附着粒과 穗切粒의 發生을 減少시키려면 脫穀材料에 대한 衝擊을 增加시키지 않는 새로운 拔胴이나 拔室 内部의 위치에 따라 구멍의 크기가 다른 選擇的 受網 등의 開發을 통한 脫穀機의 改善이 바람직하다.

5. 自動脫穀機로 生脫穀할 때 拔胴回轉速度 600 rpm에서의 選別 損失은 미네히카리의 경우 總投入 穀物 動量의 1.2%로 나타났으며, 수원 264의 경우 0.6%로서 品種間의 차이를 나타내었다. 自動脫穀機의 選別損失은 穀物 含水率에 의하여 큰 影響을 받지 않았으나 Mini-agad 脫穀機의 選別損失은 穀物 含水率이 높을수록 增加하였다.

6. 自動脫穀機에서의 選元物의 組成은 밀양 23호의 경우 枝莖附着粒이 0.6~1.2% 穗切粒이 0.01~0.4%인데 반하여 單粒이 30~80%, 검불이 8~18%로 나타났으며 미네히카리의 경우도 枝莖附着粒과 穗切粒이 各各 3~8.6%와 0.4~0.7%, 單粒과 검불이 各各 73~87%와 8~18%로서 不必要的 單粒과 검불의 選元이 너무 많았다.

7. Mini-agad 脫穀機에서와 같이 振動체에 의한 選別方式을 自動脫穀機에 채택할 경우 枝莖附着粒과 穗切粒을 모양과 크기에 의해서 選別할 수 있어 品種에 대한 適應性도 높아지고 選元裝置도 본래의 目的을 달성할 수 있으며 Mini-agad 脫穀機에 비해서 自動脫穀機에서는 受網밑으로 떨어지는 검불의 양도 적으므로 性能은 더욱 향상될 것으로 판단된다.

8. 自動脫穀機의 平均所要動力은 生脫穀을 하더라도 乾脫穀에 비해 增加하지 않았으며, 脫穀材料의 供給速度를 增加시키며 平均所要動力과 瞬間最大所要動力은 直線的으로 增加하였다. 또한 脫穀材料의 供給速度를 增加시키지 않더라도 拔胴 回轉速度의 增加만으로 脫穀抵抗은 增加하였다.

6. 參考文獻

1. 김규진, 은무영, 1971. 수확시기별 생탈곡방

법 시험, 호남작물 시험장 시험연구 보고서 pp. 314~320

2. 김성래, 이용국, 이승규, 1972. 자탈형 Combine에 관한 비교시험 농공이용연구 논문집 n.2. pp. 23~40.

3. 서울대 農大附設 農業開發研究所 1976. 韓國 農業機械化의 促進對策에 관한 研究(農業機械化 調査研究) pp. 183~194

4. 이승규 1974. 탈곡기의 선별성능 測定方法의 開發에 關한연구 석사학위논문 서울대학교 농과대학.

5. 정창주, 고학균, 이종호, 강화석 1978. Post-harvest rice systems in Korea. 서울대학교 농과대학 pp. 125~155

6. 최우현, 이용국, 1974. 동력탈곡기 개량 제작시험 농공 이용연구소, 시험연구 보고서 pp. 144~151

7. 江崎春雄, 八江道男, 三浦志郎, 1968, 普通型コンバイのツリンターコンケーブのツースの形狀に關する研究 農業機械化研究所報告 pp.2~28

8. 江崎春雄, 今園支和, 1968, 2番選元に關する研究 農業機械化研究所 報告 pp. 65~74

9. 江崎春雄, 今園支和, 間中正男, 1968, 自脫コンバインの脫穀部の受あみからの穀粒の漏下に關する研究 農業機械化研究報告 pp. 72~74

10. 江崎春雄 外4人 1972. 自脫 Combine의 高性能化にする 研究, 農業機械化研究所 報告 第9號

11. 江崎春雄 外3人 1976. 上こぎ脫穀方式의 性能向上に 關する研究 JSAM 38(3) pp. 337~344

12. 堀尾尙志, 川村登 1972. 立毛脫穀型 收穫機に關する 2, 3의 基礎考察, JSAM 34(1) pp. 41~45

13. 小泉武紀, 福島信博, 2972, 複胴によるけん垂脫穀方法について JSAM 34(4) pp. 369~374

14. 岩尾俊男, 川村登, 1971振動ふるい上の 粒子運動(往復運動) JSAM 33(1) pp. 45~52

15. 岩尾俊男, 川村登, 田邊一, 1971振動ふるい上の 粒子の運動(だ円運動) JSAM 33(2) pp. 163~172

16. 岩尾俊男, 川村登, 田邊, 1971振動ふるい上の粒子の運動(円運動) JSAM 33(3) pp. 274~278
17. 日本 農林省 振興局 1958. 自動脱穀機 検査成績書
18. 田原虎次外3人 1967, イネの材料力學的性質に関する研究 JSAM 29. pp. 137~142
19. 竹内龍三, 石井征亞, 岩井二男, 1973, 送風選別風路の形状に関する研究(I) JSAM 35(3) pp. 288~292
20. 川村登 外3人 1967, コンバインの機能に関する研究(I, II, III) JSAM 28(4) pp. 217~222
21. 川村登 外3人 1968, 自脱型コンバインの機能に関する研究(I) JSAM 30(1) pp. 19~23
22. 川村登, 堀尾尚志, 佐々木泰弘, 1968 籾の脱穀性と米粒の引張壓縮強さについて JSAM 30 pp. 88~92
23. 川村恒夫, 川村登, 並河清, 1976, 自脱型コンバインの適應制御(I) JSAM 38(2) pp. 191~199
24. 川村恒夫, 川村登, 並河清, 1977, 自脱型コンバインの適應制御(II) JSAM 39(2) pp. 157~162
25. Arnold, R.E 1964, Experiments with Rasp Bar Threshing Drums JAER, London, 9(2) pp. 99-131.
26. Burrough, D.E. 1954, Power Requirements of Combine Drives Agr. Eng. 35 pp. 15-18
27. German, R., Fand J.H.A. Lee, 1969, Grain Separation on an Oscillating Sieve as Affected by Air Volume and Frequency Tran. of ASAE. pp. 883-885.
28. Lee, J.H.A. and R.G. Winfield. 1969, Influence of Oscillating Frequency on Separation of Wheat on a Sieve in an Airstream Tran. of ASAE. pp. 886-888
29. Quick, G.R. 1971, On the Use of Cross-flow Fan in Grain Harvesting Machinery, Tran. of ASAE. pp. 411-419
30. Schertz, C.E. and T.E. Hazen. 1963, Predicting Motion of Granular Material on an Oscillating Conveyor, Tran of ASAE. pp. 6-10
31. Sison, W.M. and B.C. Sarmiento, C. C. Dacumos, 1977. Comparative study and test evaluation of village-type rice thresher, IRRI, IDRC Report pp. 5-14
32. Uhl, J.B. and B.J. Lamp, 1966, Pneumatic Separation of Grain and Straw Mixtures. Tran. of ASAE. pp. 244-246