

벼단크기의 變化가 바인더에 依한

收穫作業과 脫穀作業에 미치는 影響^{*}

Effect of Rice-Bundle size the harvesting performance with binder and the threshing performance.

金 聲 來^{**} · 安 壽 奉^{***} · 金 基 大^{**}
Kim, Soung Rai Ahn, Su Bong Kim, Kee Dae

Summary

It is desirable to increase the diameter of rice bundle harvested by Japanese reaper binder recently introduced into Korean farmers, since it is too small for staking in the field for preliminary drying prior to threshing operation which is dominant procedure in rice harvesting.

Accordingly, this study was conducted to analyze the effect of the size of rice-bundle on the performance of binder and self-feeding thresher.

The results are summarized as follows;

1. The diameter of rice-bundle could be increased from $\phi 80-98$ to $\phi 105.0-125.4$ while the number of rice bundles per 10 a were reduced to 1200 from 1600. The time required for harvesting 10 a of rice was 81 minutes in small size bundles and 84 minutes in large size bundles and no statistical difference was obtained.

2. The grain loss due to discharge and cutting were slightly increased with large size bundle compared to the small size but no statistical difference was obtained. The precision of operation and drying rate was not significantly different between small and large size bundles.

3. The unthreshed losses were the same between large and small sizes of rice bundles when self-feeding thresher was used. When 8 PS engine was used, continuous operation was possible for small size bundles, but 1.5 seconds of time interval was necessary for large size bundles.

*本 研究는 農村振興廳의 財政支援에 依해 遂行되었음.

**忠南大學校 農科大學 農業機械工學科

***忠南大學校 農科大學 農學科

4. The consumption of binding twine was reduced to 603 from 820 meters with the larger bundles, and the labour requirement for staking rice bundles in the field was also reduced to 1.83 from 2.50 man-hour per 10 a. Therefore, harvesting cost can be reduced up to 26.5 percent by increasing the bundle size.

1. 緒 言

最近 우리나라는 急激한 農村人口의 減少와 勞賃 上昇으로 農作業의 省力化가 緊要하게 됨에 따라 農業의 機械化事業推進에 있어 一貫機械化作業體系를 確立하여야함은 大端히 重要한 課題이다. 우리나라는 1963년부터 動力耕耘機를 農村에 供給하기 始作하여 水稻作에 있어서는 耕耘, 防除, 脫穀, 揚水等 一部作業은 大部分 動力化되었으나 收穫 및 移秧作業은 慣行의 人力에 依하여 이루어져 移秧期 및 收穫期에는 勞動 Peak現象이 크게 일어났고 農村勞賃 上昇의 큰 要因이 되었다. 이를 解消하기 爲하여 國內研究機關에서는 1968年頃부터 水稻移秧機, 刈取機 및 콤팩인을 日本等 外國으로부터 導入하여 國內圃場適應試驗과 改良試驗을 實施하고 있으나 營農의 零細性과 經濟性 등으로 바인더 및 移秧機의 農村供給이 遲延되어왔다. 1977년에는 政府에서 移秧機 및 바인더 各 50台式을 全國에 試驗普及하여 農家の 適應試驗을 實施한 結果 農民의 좋은 反應을 얻어 1978년에는 移秧機 300台, 바인더 3000台를 擴大供給하였고 1979년에는 移秧機 1,700台, 바인더 10,000台를 供給하게 되어 農繁期의 勞動 Peak解消를 爲한 施策이 適切하게 實行되고 있으므로 이와 併行하여 供給된 機種의 效率의인 利用方法과 우리나라 實情에 맞게 部分的인 改善을 繼續 檢討하여야한다. 그런데 現在 國內에 供給되고있는 3個機種의 바인더는 日本의 營農實情에 適合하게 設計되어 結束벼다발의 直徑은 80—90mm程度로서 稻架乾燥에 適合한 치수이며 또 벼단의 搬送를 爲한 突起付 Belt의 位置도 Japonica系品種의 長稈種에 適合하며 벼다발의 放出力도 強하여 國內適用을 爲하여는 改善하여야할 問題點이 여러가지 있음이 들어나고 있다.^(4,5) 그리고 現在 우리나라에서 刈取後의 乾燥 및 脫穀作業은 大部分의 農家에서 圃場에서 小束立乾으로 一定期間을 乾燥시킨後 自動脫穀機

로 現場脫穀作業을 實施하고 있으며 따라서 直徑 80—90mm의 벼다발은 너무 작아서 벼단이 잘 세워지지않고 또한 많은 다발을 運搬하여 立乾하는데 勞動力이 많이 들어 農民들은 다발의 直徑을 키우는 것을 希望하고 있다.

따라서 本實驗에서는 첫째로 바인더의 結束裝置를 改良하여 벼단의 直徑을 키우고 둘째 벼단을 어느 程度 크게하는 것이 刈取, 立乾, 等 勞力節減과 結束끈을 節約할 수 있을것인지 圃場適應度를 檢討하였고 이에따른 脫穀試驗을 實施하였다.

2. 研究史

水稻用刈取結束機에 關한 研究는 오래前부터 實施되었으며 日本에서는 1947년에 人力用刈取結束機가 市販되었으며 또한 水稻用刈取機開發은 1950年代에 크게 進展되어 1961년에는 動力用의 刈倒型刈取機가 製作된 以後 集束型刈取機 및 刈取結束機의 順으로 改良發展되었다.⁽⁶⁾ 1965年以後는 現在의 바인더型으로 여러 製作會社에 依하여 多樣한 機種이 改良發展되었으며 1條用과 2條用 등으로 機械가 發達됨에따라 大型化되어가고 있다.

바인더에 關한 研究는 지난 20年間 日本에서 많은 研究者에 依하여 廣範圍하게 이루어져 圃場損失, 結束部의 改良等에 對하여 많은 報告가 있었다. 특히 瀧川等은 바인더의 結束에 關한 研究를 5編 報告하면서 다발의 結束狀況에 影響을 미치는 要因에 關한 研究, 다발結束硬度에 關한 研究, clutch door에 使用되는 穀稈壓에 關한 研究, door穀稈壓과 다발의 性狀 正相關分析等에 對하여 報告하였다.^(7,8,9,12,15)

國內에서는 1972년에 農工利用研究所에서 各種刈取機에 關한 比較試驗結果를 報告하였고⁽¹¹⁾ 서울大學校農科大學에서는 1976년에 韓國農業機械化의 促進對策에 關한 研究에서 바인더의 性能을 報告한바 있다.⁽⁶⁾ 1978年 白, 鄭 등⁽⁴⁾은 바인더의 利用範圍를 擴大시키기 爲하여 바인더의 放出力이 穀物損失에

벼단크기의 변화가 바인더에 의한收穫作業과 脫穀作業 에 미치는 影響

미치는 影響에 對하여 試驗하여 機種別 水稻品種別의 損失에 對하여 報告하였다. 1977년부터 日本에서 導入하여 農村에 供給한 3個의 機種을 使用하여 圃場利用效率를 向上시키고 韓國의 營農에 適應시키기 爲한 여러가지의 問題點이 提起되고 있으나 우리나라에서 農業機械經營面으로 機械效率를 極大化시키기 爲한 機台의 改良試驗 및 圃場作業方法 改善에 對하여는 아직 報告된바 없다.

3. 材料 및 方法

가. 供試機

本試驗에 使用한 바인더는 國內에 普及되고 있는 KB602로서 그 諸元은 表 1과 같으며 結束 door를 改造하여 結束단의 直徑을 105.0~125.4mm가 되도록 하였다.

脫穀機는 國內에 普及되고있는 H社 製品인 全自

Table 1. Specifications of binder used.

Engine power(ps)	3.1
Number of cutting row	2
Binding mechanism	Knotter-bill
Working performance(a/hr)	8-12

動脫穀機를 使用하였다.

나. 供試品種

供試品種은 新品種인 密陽 23號와 Japonica型인 密陽 15號를 供試하였으며 密陽 23號는 45日間 保溫折衷자리에서 키운 苗를 5月 25日에 24×18cm 距離에 3本植하였고 密陽 15號는 45日 苗를 6月 15日에 같은 栽植距離로 移秧하였으며 栽培는 標準栽培法에 準하였으며 收穫時의 作物條件은 表 2와 같이 密陽 23號는 短稈穗重型이었고 10a當 精粗收量은 601kg이었으며 密陽 15號는 長稈穗數型으로 收量은 574kg이었다.

Table 2. Heading date, plant status and grain yield of rice at harvest.

Variety	Maturity date	Heading date	Column length (mm)	Panicle length (mm)	No. of panicle per hill	Rough rice at 14% moisture (kg/10a)	Grain moisture content (% , wb)
Milyang #23	Oct.1	Aug.16	650	227	12.5	601	24.6
" 15	" 8	" 25	748	18.8	13.7	574	26.3

3) 試驗方法

바인더 收穫試驗은 忠南大學校 農科大學 實驗畝에서 遂行되었으며 土性은 排水良好한 砂壤土이며 刈取當時의 土壤水分 含量은 26.24%였고 水稻刈取後의 氣象條件은 그림 1과 같다.

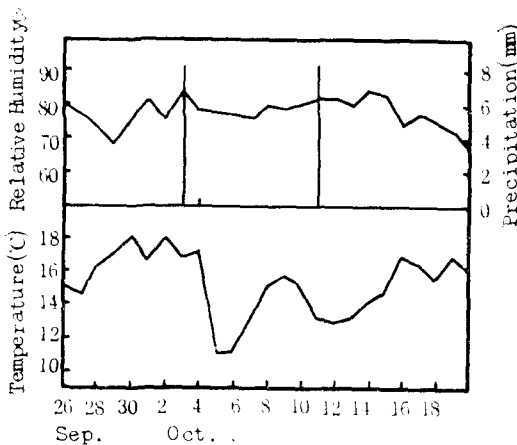


Fig. 1. Changes in temperature, relative humidity, and precipitation during the experiment.

放出損失을 測定하기 위하여 2m×20m의 비닐布를 使用하였으며 實作業時間은 Stopwatch로 測定하여 10a當의 作業能率을 min/10a로 換算하였다. 刈取損失을 測定하기 爲하여 0.08×20m의 區域에 떨어진 穀粒을 모아 10a當의 kg으로 換算하였다. 穀物의 水分含量은 電氣抵抗式 水分測定器로 每日 13時~14時에 5回씩 反復測定하였으며 結束끈은 잘라서 길이를 재고 묶인부분을 풀어서 全體길이를 測定하여 各단의 種類別 끈의 所要量을 計算하였다.

立乾時에 所要되는 時間을 實測하여 10a當의 所要勞動力을 人一時/10a로 換算하였다.

脫穀試驗은 自動 脫穀機에 依해 遂行하였으며 拔胴軸의 回轉速度 및 所要 Torque를 Dynamic strain gage system에 依해 測定하였다. 未脫穀粒의 測定은 國立 資材檢査所의 規定에 準하였으며 %로 換算하였다.

4. 結果 및 考察

가. 바인더의 作業能率

다발의 直徑變化가 바인더의 作業能率에 미치는

影響을 試驗한 結果는 表 3과 같다.

Table 3. Performance of the binder tested.
(min./10a)

Variety	Size of bundle				Remarks
	A	B	C	D	
Milyang # 23	87	90	90	93	
"	15	75	72	74	75
Average	81	91	82	84	

현재 우리나라 農村에 普及되고있는 2條用 바인더는 普通 刈取 2段, 走行 1段 및 後進 1段으로 되어 있으며 本試驗에서는 刈取 1段으로 作業하였으므로 能率面에서 10a當 約 80餘分 程度 所要되었으나 더 作業技術이 熟練되면 2倍程度의 能率作業이 可能할 것으로 思料된다.

다발의 直徑을 增加시키면 10a當 所要時間이 3分 程度 더 必要하나 統計的인 有意差는 認定되지 않았다. 그러므로 다발의 直徑을 어느程度 크게 하여도 作業의 能率面에서는 크게 問題되지 않을 것이다.

나. 바인더의 作業精度

우리나라에 普及되고 있는 바인더가 日本에서 開發된 機種이므로 Japonica Type인 非脫粒性 品種보다는 統一系에서 圃場損失이 크게 問題되므로^(10,4,5) 다발의 直徑의 增加에 따른 密陽 23號의 圃場損失과의 關係를 實驗한 結果는 表 4와 같다.

Table 4. Grain loss of 'Milyang #23' as affected by size of bundle. (kg/10a)

Kind of loss	Size of bundle			
	A	B	C	D
Kicking	13.35	14.00	14.10	14.20
Cutting	4.45	4.65	4.60	5.00
Total	17.90	18.65	18.70	19.20

表에서와 같이 刈取損失은 束단의 크기에 크게 關係없이 10a當 4.5~5.0kg이었으며 放出損失도 小束에서 13.35kg, 大束에서 14.20kg으로 다발의 直徑이 增加할수록 圃場損失도 若干 增加하였으나 이들의 統計的 有意性은 認定되지 않았고 小束과 大束間의 差는 0.85kg/10a未滿으로 나타났다. 이러한 試驗結果는 圃場損失의 量的인 面에서 水分含量 등이 다르므로 直接比較하기는 어려우나 報告된 여러 研究들^(1,4,5,6,10)과 크게 差가 나지 않으므로 앞으로 바

인더의 脫粒損失을 줄이기 爲한 研究는 繼續되어야 할 것이다.

이밖에 作業精度의 要因이라 할 수 있는 다발의 排出距離, 떨어지는 位置等은 다발의 直徑增加에 關係없이 비슷하였으며 刈取部位는 畚面에서 4.0~5.0 cm程度이며 結束 miss도 1.66%程度로 다발의 直徑에 關係없이 비슷하였다.

다만 같은 크기의 다발로 바인더를 調整한 境遇 다발間의 直徑差는 直徑이 增加할수록 約于 크게 나타났는데 이는 供試바인더가 小束을 爲해 設計된 것이 그原因이라하며 앞으로 大束을 爲한 바인더의 製作時에는 이러한 部分이 考慮되어야 할 것이다.

다. 小束立乾時의 所要勞動力과 乾燥速度

그림 2는 小束立乾時의 所要勞動力을 調査한 結果로서 다발의 直徑이 增加할수록 所要勞動力은 크게 減少되었으며 1%水準에서의 有意性이 認定되었다.

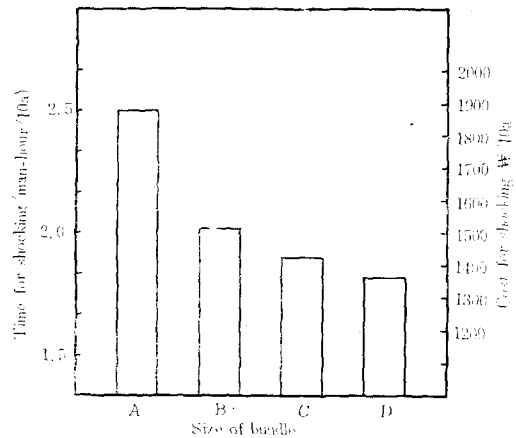


Fig.2

小束의 경우 10a當 2.50 人-時인데 反해 大束의 경우는 若 1.83 人-時 정도로 나타났다. 이러한 差가 생기는 原因은 다발의 直徑이 커지므로해서 다발의 數가 10a當 小束의 경우는 1600束程度에서 大束의 경우 1200束程度로 줄어들었고 小束보다 大束이 잘 세워지는 點等으로 思料된다

한편 다발의 크기별 立乾時의 乾燥速度는 그림 3과 같이 나타났다.

그림에서 벼의 含水率이 2日과 11日에서 오히려 增加한 것은 氣象條件에 依해 나타난 것이며 다발의

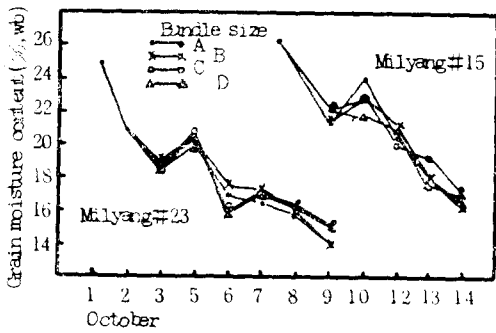


Fig. 3. Changes in grain moisture content affected by bundle size.

直徑이 增加할수록 乾燥速度는 若干 늦어진 傾向이나 그 差는 아주 적었다. 이는 다발 하나, 하나로 보면 乾燥面에서 大束이 不利하다 할 수 있으나 小束의 境遇 오히려 다발과 다발사이의 空隙이 적어 全體의인 乾燥速度는 크게 差가 없는 것으로 思料된다.

라. 脫穀試驗

다발의 크기를 增大시켰을 境遇 現在 農村에 많이 普及되어있는 自動脫穀機에서 다발을 풀지않고서 的作業可能性과 脫穀時의 未脫粒損 關係를 檢討하기 爲한 脫穀試驗의 結果는 그림 4와 같다.

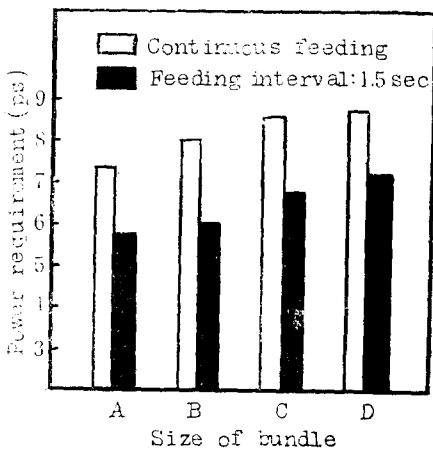


Fig. 4. Power requirement as affected by size of bundle and feeding system for self feeding threshers. *Variety: Milyang #15, **M.C.: 16.5 ± 1%

그림에서와 같이 모든 다발의 크기에서 다발을 풀

지않고 供給이 可能하였으며 連續供給時 小束에서는 7.3마력 程度가 所要되었으 大束의 直徑이 增大할수록 所要動力도 增加하여 大束의 境遇는 8.3馬力程度가 되었다. 이는 現在 農村에 많이 普及된 8馬力 動力耕耘機엔진으로는 作業이 不可能하더 10馬力 엔진으로만 可能하므로 8馬力엔진으로 作業可能 限界를 알기 爲해 供給時間을 1.5~2秒로 脫穀作業을 實施한 結果 大束의 境遇도 7.3馬力程度이었다. 그러므로 供給時間을 1.5~2.0秒程度로 作業하면 8馬力 엔진으로도 充分히 脫穀이 可能할 것이다. 小束의 境遇 1.5秒 間隙으로 뮈단을 供給하면 6馬力以下가 所要되었다.

脫穀作業의 精度面에서 볼때 一般的으로 다발의 直徑의 增加는 未脫粒損失을 增大시킨다고 알려져 있는데 本試驗의 結果는 大束과 小束에 크게 關係없이 最大 0.81%의 未脫粒損失이 나타났는데 이는 國立資材檢査所의 合格基準보다 훨씬 작은 값이므로 結束크기를 130mm程度까지 增大시켜도 脫穀作業에는 크게 問題되지 않는 것으로 思料된다.

마. 經濟性

一般的으로 다발의 直徑이 增加하면 매듭에 所要되는 길이 多발의 數가 줄어드는만큼 所要바인더 끈이 絶減될 것이다. 그림 5는 品種別 10a當의 바인더 끈의 所要量과 이를 費用으로 換算하여 比較한 結果이다.

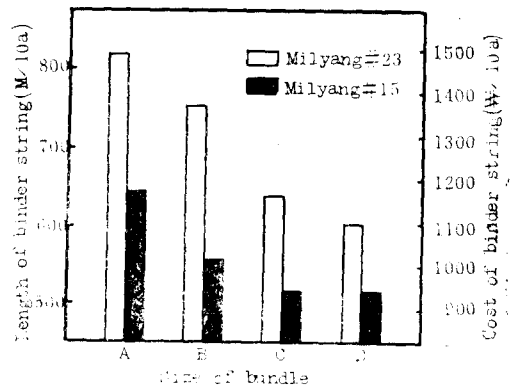


Fig. 5. Length of binding twine and its cost related to size of bundle.

다발의 直徑의 增加에 따른 바인더 끈의 節約効果는 高度의 有意性이 認定되었으며 密陽 23號를 小束으로 收穫할때 바인더 끈이 所要量은 830m 程度

인데 反해 大束은 600m程度이었으며 費用으로 換算하면 10a當 400餘원 程度의 節減效果로 나타났다.

表 5는 다발의 增加에 따른 바인더 끈의 所要費用과 立乾時의 所要勞動費用을 나타낸 結果로서 小束을 100으로 보아 4種類의 直徑別 所要費用을 比較한 表이다.

Table 5. Effect of bundle size on harvesting cost (won/10a)

Variety	Kind of cost	Size of bundle			
		A	B	C	D
Milyang # 23	String	1,486	1,370	1,161	1,096
	Labor	1,860	1,506	1,418	1,367
	Total	3,346	2,876	2,579	2,463
	%	100	86	77	74
Milyang # 15	String	1,173	1,017	937	942
	Labor	1,860	1,506	1,418	1,367
	Total	3,033	2,523	2,355	2,309
	%	100	83	78	76

表에서 볼때 다발의 直徑은 現在 普及시키는 바인더의 大束보다 本實驗에서의 小束이 若干 큰 105.0mm程度이므로 大束인 125.4mm程度로 크게 할 境遇 密陽 23號는 10a當 833원 程度, 節減이 可能하였으며 密陽 15號는 724원 程度의 節減으로 이를 比率로 볼때 約 26.4~24.0% 程度의 所要經費의 節減效果가 認定된다.

結 論

우리나라에 普及되고 있는 바인더 芻단의 크기는 直徑이 約 80-90mm로서 現在 農村에서 널리 遂行되고 있는 小束立乾方式에는 不合理한 것으로서 芻단의 直徑을 키우는 것이 要望되고 있다. 따라서 本研究에서는 芻단의 크기를 既存의 芻단보다 크게한 4種類에 對하여 바인더의 作業能率, 作業精度, 芻단의 立乾時의 所要勞動力, 結束 끈의 所要量, 脫穀時의 所要勞動力 등을 比較, 分析했던바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

가. 結束部의 door를 改造한 結果 束의 直徑은 $\phi 80 \sim 90$ 을 $\phi 105.0 \sim 125.4$ 로 增大시켰으며 10a當의 結束단의 數가 小束에서 1600束이던 것을 大束에서 1200束으로 줄일 수 있었으며 圃場刈取作業時間은 10a當 小束區가 81分 大束區가 84分으로 有意差가 없었다.

나. 穀粒圃場損失量에서는 大束區가 小束區에 比較하여 出損失이 若干 增加하였으나 有意差는 없었고 小束立乾速度와 다른 作業精度에서도 큰 差異는 없었다.

다. 10a當 結束 끈의 所要量이 小束區에서 820m인 것이 大束區에서 603m로 줄고 立乾時의 所要勞動力이 小束區에서 2.50人-一時인 것에 大束區에서 1.83人-一時 程度로 줄어들어 이들의 經費를 比較한 結果 大束을 하던 24~26% 程度의 經費가 節約되었다.

라. 自動 脫穀機로 脫穀試驗을 實施한 結果 未脫粒 損失은 小束區와 大束區間에 差異가 없었고 所要動力面으로 볼때 8ps 動力耕轉機 Engine을 使用할 境遇 小束區는 連續作業이 可能하며 大束區는 供給間隔을 1.5秒 程度로 하던 脫穀의 作業能率面에서 큰 差異는 없었다.

參 考 文 獻

1. 李鍾瑚, 1978. 韓國의 벼收穫後 作業技術에 關한 研究. 서울大學校 大學院 博士學位論文.
2. 李鍾瑚·鄭昌柱, 1978. 벼의 여러 收穫後 作業技術體係에서 發生하는 穀粒損失. 韓農機誌 3(2) : 69-87.
3. 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. 韓農機誌 3(2) : 88-99.
4. 白豊基·鄭昌柱, 1978. 바인더의 放出力이 穀物 脫粒損失에 미치는 影響. 韓農機誌 3(1) : 20-32.
5. 姜和錫·李鍾瑚·鄭昌柱, 1977. 收穫損失과 搗精率을 基礎로 한 벼의 收穫適期決定에 關한 研究. 韓農機誌 2(1) : 55-80.
6. 鄭昌柱外 1976. 韓國農業機械化의 促進對策에 關한 研究-農業機械化 調查研究一. 서울大 農大 附設 農業開發研究所.
7. 瀧川博·梅田重夫, 1974. バインダの 結束に關する 研究(第5報) -トア穀壓と束の性狀の正準相關分析一. 日農機誌 36(3) : 399-409.
8. 瀧川博·梅田重夫, 1974. バインダの 結束に關する 研究(第4報) -クラッチトアに作用する 穀程壓一. 日農機誌 36(2) : 279-288.
9. 瀧川博·梅田重夫, 1974. バインダの 結束に關する 研究(第3報) -束の結束硬さについて一. 日農機誌 36(1) : 80-88.
10. 최현욱·안수봉·윤용대, 1973. "통일"의 수량

- . 作業능률향상을 위한 수확시기 및 수확방법에 관한 연구. 農振廳 農事試研研究報告 15(작물편) : 77-83.
11. 韓成金·金聲來·李基明·李昇揆. 1972. 各種刈取機에 관한 比較試驗. 農工試驗研究報告 43-56.
 12. 瀧川博·梅田重夫. 1972. バインダの 結束に関する 研究(第2報) — 束の 結束に影響する各種要因について. 日農機誌 34(4) : 344-352.
 13. 豊玉敏雄·鶴身學·高須賀三男. バインダの ビル後退型ノッタの 研究 — 束かたさと結び目の 安定性 —, 日農機誌 33(2) : 152-155.
 14. 藤木徳實. バインダの 耐用性に関する研究 — 部品故障實態調査および信頼性の 豫測. 日農機誌 33(1) : 33-38.
 15. 梅田重夫·壽榮松正信. 1970. バインダの結束に関する研究. (第一報) — 結束中のひも張力 — 日農機誌 32(4) : 289-295.
 16. 松尾昌樹·牧園曄充·太田善三郎. 1970. バインダの 研研(第2報) — イネ刈取時の各部所要動力 —. 日農機誌 32(2) : 123-128.
 17. 松尾昌樹·牧園曄充·太田善三郎. 1970. バインダの 研究(第1報) — 春麥刈取時の 各部所要動力 —. 日農機誌 32(1) : 36-42.