

벼 品種의 콤바인 收穫과 乾燥방법에 따른 米粒質의 變化**

李浩鎭* · 徐鐘許* · 李殷雄*

Effects of Combine Harvesting and Drying Methods on Grain Quality in Rice Cultivars

Ho Jin Lee, Jong Ho Seo and Un Woong Lee

ABSTRACT : Currently, mechanization and automation have been introduced into rice harvest and drying process due to the shortage of man power. After rice cultivars, Chucheong and Milyang #23 were cutted with manual method (H1) or harvested with combine (H2), the threshed grain were dried in natural sun-drying (D1), in natural air in-bin system (D2), or in contineous hot-air drier (D3). We have evaluated grain losses, operation hour, and grain quality on each harvest and drying methods.

Shattering loss during harvesting with combine was not dirfered significant from that of manual method, but threshing loss was 1.2% higher in combine harvest than in manual. Operation hours required for combine harvest was 3.5 times faster than for manual, even without head threshing. There was a significant difference between cultivars in harvesting loss, which Milyang #23, a Tongil rice had two times more grain loss than Chucheong, a Japonica rice.

Drying hours required to reduce to 14% grain moisture content were ten days for H1D1, 5-9 days for H2 D1, 2-3 days for H2D2, and only 15 hours for H2D3, respectively. In grain quality, complete grain ratio after dehulling was decreased about four percent in H2D3 compared to H1D1, while it was lower in Milyang #23 than in Chucheong. Hot-air drier increased occurence of cracked and broken grain. Combine harvest increased significantly these incomplete grain ratio of Milyang #23, but not Chucheong.

최근 國內 人件費의 상승이 급속하고 人力의 부족이 심화됨에 따라 농업에서도 動力化 自動化가 불가피하게 빠른 속도로 진행되고 있다. 벼농사에서는 모내기와 가을철 수확기에 많은 노동력이 집중적으로 필요하지만 일손을 구할 수 없어 移粒機와 收穫機의 이용이 늘고 있다. 또 收穫後 乾燥作業도 일기의 영향을 크게 받으며 작업을 신속히 완료하기 위하여 火力 乾燥의 이용도 점차 늘고 있는 실정이다. 農經研의 보고에 따르면 수확작업에서 人力收穫은 48.1% 바인다수확은 11.5% 콤바인수확은 40.3%이었지만 최근 더욱 기계화수확이 늘어나고 있다.⁴⁾ 미곡건조방법에는 天日乾燥는 63.3% 改良곳간식이 18.5% 火力乾燥는 18.2%로 보고되었다.⁷⁾

수확 기계를 사용함에 따른 벼의 脫粒이나 米粒

變化는 예상되지만 피해정도와 작업의 효율성에 대한 평가는 매우 미흡하여 기계화에 따른 재배법, 수확작업상 고려가 이루어져 있지 못하다.

본 연구에서는 米穀의 수확작업에서 農機械利用에 따른 統一系와 一般系의 品種別 脫粒損失을 조사하고 乾燥 方法別 米質變化를 측정하여 최근의 동력화 자동화 작업에 대한 평가와 효과적 利用方法을 제시하고자 한다.

材料 및 方法

본 실험은 서울대학교 농과대학 實驗農場의 畝作圃場에 재식된 秋晴과 密陽 23호를 대상으로 10 × 10 m²의 면적을 3반복으로 수확하였다. 수확방법은 재래식 낫을 사용한 人力收穫과 콤바인을 사용한

* 서울대학교 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

** 이 논문은 1989년도 문교부 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

〈'90. 6. 4. 接受〉

機械收穫을 실시하여 損失量, 作業速度를 비교하였다. 콤바인은 대동공업사의 2조식 自脫型으로 모델 RX 1400로서 최대 출력 14 PS/2600 rpm이었다.

수확 손실량 추정은 圃場損失과 脫穀損失로 나누어 조사되었다. 손수확이나 콤바인 수확 후 圃場에 落粒을 모두 줍고 무게를 달아 포장손실로 하였으며 脫穀機 脫穀後 枇粒을 제외한 穀粒이나 콤바인의 脫穀裝置의 배출구에 그물을 씌워 회수된 穀粒에서 비립을 제외한 것을 脫穀損失로 하였다.

수확된 곡물은 인력수확은 재래식 천일건조(H1D1)를 실시하였고 기계수확의 경우는 天日乾燥(H2D1) 改良곳간식(H2D2) 火力乾燥(H2D3)의 3가지 방법으로 건조시켰다. 천일건조는 낮 동안은 햇볕에 두고 말리다가 밤에나 비가 내릴 경우는 실내에 들여다 보관하였고 개량곳간식은 소형 공간에 外氣를 불어넣을 수 있는 送風裝置를 갖추었고 火力乾燥時에 건조 기온은 43도의 溫風을 송풍하여 건조시켰다. 건조기간 중 매일 중량변화를 측정하여 수분함량을 환산하여 乾燥過程을 조사하였고 수분함량이 14퍼센트가 된 正粗들을 製玄하였다. 제현기는 시험용인 우주과학공사 KT-30이었고 精米에는 同社製品の 시험용 소형 정미기를 사용하였고 농산물검사용 種選縮 1.6mm로서 定選하였다.

쌀의 米粒質은 각 건조방법별로 농산물 검사규격에 따라 製玄率, 完全米率을 구하고 不完全米는 胴割米, 碎米, 靑米 등으로 구분하고 중량으로서 비율을 구하였다.

結果 및 考察

1. 벼 品種들의 收穫方法別 脫粒 損失

Table 1. Harvesting loss by harvesting methods in rice cultivars.

| Harvest method | Cultivar | Hulled rice kg/10a | Harvest loss total(%) | Field loss(%) | Threshing loss(%) | Time for harvest (hour) |
|----------------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|-------------------|-------------------------|
| Manral | Milyang 23 | 650.31 | 5.17 | 2.45 | 2.72 | 10.02 |
| | Chucheong | 673.76 | 2.00 | 0.14 | 1.86 | 8.27 |
| | Mean | 662.04 | 3.58 | 1.29 | 2.29 | 9.15 |
| Combine | Milyang 23 | 716.58 | 6.15 | 2.85 | 3.30 | 2.88 |
| | Chucheong | 682.41 | 3.60 | 0.39 | 3.21 | 2.48 |
| | Mean | 699.49 | 4.87 | 1.62 | 3.25 | 2.68 |
| ANOVA | | | | | | |
| Harvest method | | NS | NS | NS | ** | *** |
| Variety | | NS | ** | *** | NS | *** |
| Har. * Var. | | NS | NS | NS | NS | *** |

벼의 수확은 모내기때와 같이 많은 인력이 집중적으로 投入되며 收穫이 끝나면 탈곡과 건조작업이 계속되므로 가을의 일기가 청명한 날동안 완료하여야 하기 때문이다. 대체로 統一系 품종들은 수확작업 동안 일반계보다 脫粒이 심한 것으로 인식되고 있으나 최근 많이 보급되고 있는 自脫型 수확기를 사용할 경우 損失量에는 보고가 없다. 본 調査에서 수확과정 동안 발생한 圃場 脫粒 損失은 대표적인 통일계인 밀양23호가 6%로서 추청의 2.8%보다 높게 나타났는데 既存의 보고와 일치하였다.^{1,2)} 脫粒 損失量을 圃場脫粒과 脫穀時 脫粒量으로 분리하여 조사하였을 때 圃場脫粒은 품종 차이가 인정되어 秋晴이 밀양23호보다 2.3%에서 2.5%까지 높았으나 수확방법 간에는 차이가 없었다. 脫穀에 따른 손실은 수확방법에 의한 차이만이 인정되어 콤바인 수확이 인력수확보다 1.2% 가량 높았다(표 1).

收穫作業에 소요된 시간을 보면 人力收穫은 콤바인收穫에 비하여 약 3.5배의 시간이 더 걸렸으나 아직 脫穀을 완료하지 않은 상태이었다.

糧穀의 수확후 손실은 수확작업 동안에 일어나는 脫粒損失 이외에 저장 중 발생하는 貯藏損失, 搗精 과정에서 일어나는 加工損失로 대별된다. 정 등^{5,6)}의 보고에 따르면 우리나라 벼의 수확 중 일어나는 圃場損失은 3~5%, 貯藏損失은 2~3%, 加工損失은 4~6%로서 전체적으로 收穫後 損失의 總量은 약 11%이며 脫穀 및 貯藏方法, 加工技術의 개선으로 약 7%까지 낮출 수 있다고 주장하였다. 본 實驗의 결과로서 수확중의 圃場損失은 약 4%로서 조사되었고 人力收穫과 콤바인 수확간에는 차이가 없었으나 脫穀에서 콤바인 수확이 1% 가량 더 損失이 있었을 뿐이었다. 따라서 콤바인을 이용하는 것

이 圃場損失이나 收穫量에서 큰 차이가 없었고 작업시간이 크게 절약이 되어 유리한 것으로 판단되었다.

최근 農機械들이 점차 대형화되는 추세에 있어 콤바인의 경우도 2조식에서 3~4조로 바뀌고 있다. 대형 콤바인은 작업이 신속하고 效率의이지만 泥土壤에 미치는 영향이 深化되고 脫穀損失도 더욱 늘어날 것으로 생각되며 이에 따른 收穫時期의 검토가 필요하다.

2. 米穀의 乾燥方法別 乾燥速度

낮으로 收穫된 벼는 햇볕에 말렸다가 脫穀을 하고 멩석이나 건조망에서 계속 乾燥시켜 수분함량이 14% 이하가 되면 收買하거나 貯藏을 시작한다. 콤바인으로 收穫된 벼는 종래와 같이 햇볕에 말리거나 개량곳간, 또는 火力乾燥室을 이용하여 건조시킨다. 본 시험에서는 낮으로 베고 햇볕에 말리는 재래식(H1D1), 콤바인 수확 후 天日乾燥하는 것(H2D1), 콤바인 收穫 후 외부 바람으로 陰乾하는 개량곳간식(H2D2), 콤바인 수확 후 乾燥室에서 溫風으로 건조시키는 火力乾燥式(H2D3)의 乾燥方法을 실시하고 穀物의 건조속도를 조사하였다(그림 1).

1) 재래식 天日乾燥 : 수확시 秋晴은 22% 밀양 23호는 23%였던 것이 햇볕에 말림에 따라 水分含量은 서서히 감소되어 하루에 0.7~1.2%의 감소를 보이다가 탈곡 이후부터 減少速度가 빨라져 收穫後 약 11일 이후부터 14%로 떨어졌다.

2) 콤바인 收穫後 天日乾燥 : 수확과 동시에 脫穀이 이루어져 정조로서 햇볕에 말렸을 때 乾燥速度는 벻짚상태로 건조시킨 H1D1보다 훨씬 빨리 일어났다. 그러나 품종간에 크게 차이가 있어 收穫이 이른 밀양 23호는 9일 이후에 14% 이하로 떨어졌으나 收穫이 9일 늦은 秋晴의 경우는 수확 후 5일 만에 14% 이하로 내려가는 빠른 乾燥를 나타내었다. 이것은 품종간의 乾燥特性이라기 보다는 乾燥當時의 氣象條件에 크게 영향을 받기 때문이었다.

3) 개량곳간식 乾燥 : 콤바인 收穫 후 외부대기를 換風시키는 개량곳간식은 乾燥速度가 H1D1이나 H2D1보다 빨리 일어나 밀양 23호는 4일 만에, 秋晴은 2일 만에 14% 이하로 건조되었다.

4) 火力乾燥 : 콤바인 收穫 후 火力乾燥室에서 43도의 溫風으로 건조시킬 경우 乾燥速度는 매우 빨라 두 품종 모두 하루만에 8~10% 감소되었고 계속

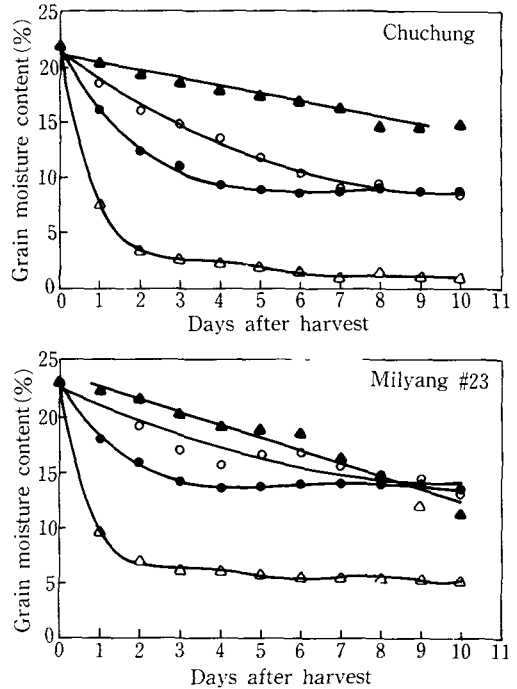


Fig. 1. Grain drying process in rice cultivars.
 ▲ : Manual harvest and sun-drying.
 ○ : Combine harvest and sun-drying.
 ● : Combine harvest and natural air in-bin.
 △ : Combine harvest and continuous hot-air dryer.

둘 경우 3 또는 4일 만에 5%로 떨어져 過乾되는 경향이였다. 이것은 23%의 수분함량에서 乾燥를 시작할 경우 시간당 약 0.6%의 乾燥速度로 穀物이 말랐음을 의미한다. 국내 米穀乾燥에 人工火力乾燥의 사용은 1988년에 약 15%에 불과하였으나 天日乾燥時 大氣나 土壤으로부터 再吸濕을 방지하고 乾燥에 소요되는 시간을 줄여 用途를 촉진할 목적으로 搗精業者들이 火力乾燥 시설을 병설하는 傾向이 늘고 있다. 그러나 乾燥溫度를 高溫으로 조정하여 불과 3~4時間 만에 건조를 완료하는 경우도 있는데 이때는 舍米의 발생이 매우 증가하고 搗精收率도 저조하므로 주의를 요한다. 火力乾燥에서 乾燥溫度는 40도에서 80도까지 다양하게 사용되고 있는데 시간당 1% 이하의 減少가 가장 적당하다 하였다.^{3,8)}

3. 收穫 및 乾燥方法이 米粒質에 미치는 影響

각 乾燥方法을 거쳐 수분함량이 14% 이하로 乾燥된 正租들을 製玄하고 미립의 특성과 米質變化를 조사하였다. 제현율은 밀양 23호는 81.5%, 추청은

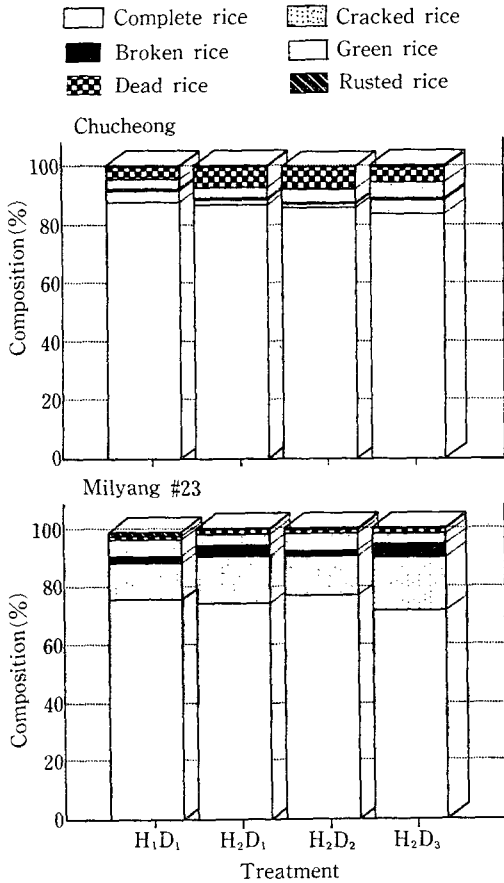


Fig. 2. Grain quality distribution depend upon harvest and drying methods in Chucheong and Milyang #23.

- H₁D₁ : Manual harvest and sun-drying.
- H₂D₁ : Combine harvest and sun-drying.
- H₂D₂ : Combine harvest and natural air in-bin.
- H₂D₃ : Combine harvest and contineous hot-air dryer.

84.0%로서 짧고 통통한 추청이 약간 높았다. 完全米 비율은 추청이 평균 85%로서 밀양 23호의 75%보다 약 10%가 높았다. 밀양 23호는米粒이 길고 가늘은 長粒形으로 短粒形의 일반계보다 동할미 비율과 색미율이 월등히 높았기 때문이었다. 건조방법에 따른 粒質의 영향을 보면 火力乾燥(H2D2)가

Table 2. Processing efficiency and grain quality in rice kernel.

| Cultivar | Dehulling ratio | Whitening ratio | Belly white | White core |
|-------------|-----------------|-----------------|-------------|------------|
| Chucheong | 84.1 % | 90.5 % | 12.7 % | 1.4 % |
| Milyang #23 | 81.8 | 89.8 | 4.0 | 12.5 |

胴割米와 碎米比率이 높았고 특히 밀양 23호가 심하였다. 콤바인 수확(H2)에 따른 불완전립 발생율의 증가는 인정하기 어려웠으며 콤바인 수확후 개량곳간식(H2D2)이나 天日乾燥式(H2D2)은 미립질을 低下시키지 않았다. 火力乾燥時(H2D3)는 동할미이나 색미 발생이 심하므로 乾燥速度를 조정하거나 適正水分에 도달하면 건조를 완료시켜야 한다. 특히 일정시간 건조후 자연대기온도로 식혔다가 다시 乾燥를 반복하는 循環乾燥 방법의 도입도 고려되어야 하겠다(그림 2).

이들 품종의 精米된 쌀의 精白率은 약 90%로 품종간 차이가 없었으나 腹白과 心白米 발생율을 보았을 때 밀양 23호는 심백미 발생율이 12~19%로 높았고 추청은 복백미가 높게 나타나 품종간 대조적이었다(표 2).

摘 要

최근 米穀의 收穫과 乾燥作業서 機械化와 動力化가 빠른 속도로 진행되고 있다. 벼 품종 추청과 밀양 23호를 재래식 낫과 콤바인으로 收穫하고 天日乾燥, 개량곳간식, 人工火力式으로 乾燥하고 農機械 사용에 따른 穀物의 收穫損失, 作業速度, 米粒의 品質에 미치는 영향을 평가하였다.

1. 收穫過程에서 落粒에 의한 圃場損失은 콤바인을 사용하더라도 인력수확이나 차이 없었고 脫穀損失만은 콤바인 수확이 1.2% 가량 증가하였다. 소요작업시간은 콤바인 사용이 탈곡까지 완료하고도 3.5배 빨랐다. 품종간에 수확손실은 差異가 심하였는데 통일계인 밀양 23호가 일반계인 추청보다 약 2배의 손실량이 발생하였다.

2. 米穀의 乾燥方法別 건조속도는 수분함량 14%로 감소시키는데 인력수확후 天日乾燥는 10일이 소요되었으나 콤바인 수확후 天日乾燥는 5~9일이 걸렸고 개량곳간식은 2~3일, 火力乾燥는 15시간이 소요되었을 뿐이었고 계속 들 경우 過乾될 위험이 컸다.

3. 수확과 건조방법이 米粒質에 미치는 영향은 完全米比率에서 火力乾燥가 가장 낮아 天日乾燥보다 약 4% 低下하였으며 품종간에는 밀양 23호가 추청보다 낮은 경향이 있었다. 이것은 火力乾燥에서 胴割米와 碎米의 비율이 증가하였기 때문이었고 수확방법에 따른 米質의 영향은 콤바인 수확이 밀양 23호의 不完全米比率을 증가시켰으나 短粒形인 추청은

영향을 받지 않았다.

引用文獻

1. 김광호 외 4인, 1988. 쌀品質의 연구현황 문제점 및 방향. 韓國作物學會誌 33 : (별호) 1-17.
2. 김광호·주현규, 1990. 벼品種의 재배지역에 따른 米質特性 變異, I. 米質特性의 지역차이. 韓國作物學會誌 35 : 34-43.
3. 김기선 외 6인, 1987. 개량곳간을 이용한 벼의 常溫 通風乾燥. 韓國機械學會誌 12 : 50-56.
4. 명광식 외 4인, 1987. 糧穀政策의 長期方向 定立 研究. 韓國農村經濟研究院研究報告 152호.
5. 정창주 외 2인, 1978. Post-production rice systems in Korea, Final report of phase I. 서울대학교 농과대학.
6. 정창주 외 2인, 1980. Post-production rice systems in Korea, Final report of phase II. 서울대학교 농과대학.
7. 이용국 외 3인, 1988. 우리나라 搗精產業의 現況과 育成方案에 관한 研究. 韓國農業機械學會.
8. 竹生新治郎. 1988. 米と食味、稻と米, 日本農業研究センター p130-154.