

# 水稻의 收穫適期決定을 위한 基礎的 研究

權容雄·申辰澈

서울大 農大 農學科

## A Study on the Changes in Grain Weight, Moisture Content, Shattering Force, Milling Ratio and Apparant Physical Quality of Rice with Harvesting Time

Kwon, Yong Woong and Jin Chul Shin

*Department of Agronomy, Seoul National University, Suweon, Korea 170*

### ABSTRACT

To determine the optimum harvest time of recent rice varieties from Indica/Japonica remote crosses, leading varieties Suweon 264 and Milyang 23 were tested for the changes in dry matter weight and moisture content of grain, shattering, shelling ratio, milling ratio, and apparant physical quality during grain development at 5 day-intervals from 20 days to 55 days after heading. The results are summarized as follows:

1. Grain weight (dry matter) reached its maximum (physiological maturity) at 30 days after flowering (DAF) in Suweon 264, and at 35 days in Milyang 23, and thereafter it did not change significantly until 55 DAF.
2. Time course of decrease in grain moisture content (Y, %) during maturation (X, DAF) consisted of two linear phases, i.e. a fast and a slow period:  $Y=68.245-1.33X$  until 34DAF, and  $Y=23.025-0.470X$  until 55DAF after 34DAF in Suweon 264;  $Y=73.62-1.634X$  until 24.5DAF, and  $Y=33.59-0.570X$  until 55DAF after 24.5DAF in Milyang 23. Two varieties showed the same grain moisture content of 28% (wet basis) at physiological maturity in spite of the distinct differences

in the heading date, time of physiological maturity and thereby ripening climate.

3. Force to shatter a grain ranged about 90 to 100g in Milyang 23, and about 200 to 250g in Suweon 264 and in a Japonica variety, Jinheung. The force, however, did not change significantly with harvest time from 35DAF to 50DAF.
4. The changes in the ratios of shelling, milling, broken rice and tinted rice with harvest time were insignificant during a period from 35DAF to 55DAF. However, ratios of green rice and white belly rice decreased significantly with delay in harvest time during 10 days after physiological maturity.
5. The best time of harvest for maximum yield and good quality is thought to be 10 days after physiological maturity, and grain moisture content at this time was about 20% on wet basis.

### 緒 言

作物의 收穫適期는 1次的으로 收穫時期와 收穫物의 收量 및 品質의 關係에서 決定되고, 收穫物의 收量과 品質面에서 뚜렷한 差異가 없는 期間이라면 收穫調製作業의 難易度와 貯藏性を 考慮하여 決定된다. 벼의 收穫適期는 "種實에 養分 移行이 끝난 時期이지만 圃場全體의 種實이 同時에 成熟하는 것은 아니므로

로 실제 베어야 할 時期는 그와 같은 種實이 가장 많은 때이며, 외관상으로 登熟粒이 전체의 90% 정도가 黃色을 띠고 穗軸이 끝으로부터 1/3가량이 黃變한 時期"이고<sup>11)</sup>,刈取된 벼의 慣行 脫穀作業에 알맞는 水分含量은 16~17%이며<sup>4, 11)</sup> 벼의 安全 貯藏에 必要한 水分含量은 12~14%<sup>1, 11, 12)</sup>로 報告되고 있다. 그러나 收量과 品質面에서 決定되는 刈取適期와 收穫物의 水分含量은 品種과 栽培法, 그리고 氣象環境의 影響을 받으며<sup>5, 11)</sup> 또한 收穫 및 脫穀 調整 作業技術에 따라서도 收穫適期가 달라지므로 外國에서는 이들에 관해 많은 研究가 이루어지고 있다.<sup>1, 5, 6, 7, 10, 14, 16)</sup>

Smith 등<sup>19)</sup>은 Arkansas 및 Texas에서 binder로 收穫할 경우 最高 正組收量은 水分含量이 28~23%일 때였고, McNeal<sup>12)</sup>은 Arkansas에서 벼의 水分含量이 24~16% 範圍인 時期에 收穫하면 米質이 제일 좋았으며, Kester 등<sup>6)</sup>은 California에서 試驗한 결과 收量은 水分含量 32~25%인 時期에 最高이었고, 米質은 水分含量이 28~24%까지 떨어질수록 向上되었으며, Morse 등<sup>14)</sup>은 正組收量은 벼의 水分含量 30~28%에서 最高이었으나 精穀收量은 水分含量 20%까지 낮아질수록 增加되었음을 報告하였고, 美國에서는 벼의 安全貯藏-販賣를 위한 水分含量은 12.5% 程度로 通用되고 있다.<sup>1, 10, 14)</sup>

우리나라와 日本에서는 早生種이 26℃ 가량에서 生育할 경우 成熟日數는 34日가량이고, 18℃정도까지 溫度가 저하하는 경우라면 45日가량이며, 晚生種은 出穗後 42~50日에 成熟하는 것으로 알려져 있다.<sup>5, 8, 11, 25)</sup> 實際로 우리나라에서의 收穫適期는 一般的으로 早生種은 出穗後 40日頃, 晚生種은 出穗後 45~50日頃이고 收穫期의 水分含量은 25~20% 程度로서 脫穀 前·後에 乾燥過程을 거치는 것으로 通用되고 있으나,<sup>11, 17, 18)</sup> 그를 뒷받침하는 收穫期와 收量 및 品質, 水分含量과의 關係에 관한 研究는 극히 不足하다.

특히 收穫作業과 關聯된 우리나라의 當面農業與件은 1970年代 이래 普及된 印·日 交雜品種들이 나타내는 登熟特性, 米質, 脫粒性, 栽培時期 및 栽培法面에서 日本型品種과의 顯著한 差異와 農村勞動力 不足 및 勞賃昂騰에 따른 收穫作業의 急速한 機械化 與件으로 인한 人力刈取, binder刈取, 乾脫穀, 生脫穀, combine收穫 등의 混在때문에 適正收穫技術의 定立이 되어있지 않고, 따라서 그에 관한 研究의 必要性과 時急性이 크다고 할 것이다.<sup>3, 4)</sup>

本 研究는 以上の 觀點에서 印·日 交雜 新品種들의 收穫時期와 正組成熟度, 水分含量, 脫粒性, 搗精度 및 米質과의 關係를 밝히므로써 新品種의 收穫適期 決定과 收穫作業技術 定立에 必要한 作物學的 基礎資料를 提供하고자 試圖되었다. 그리고 本 研究는 峨山社會福祉事業財團의 研究費 支援(1979年度)으로 이루어졌으며, 同 財團에 깊은 謝意를 드린다.

## 材料 및 方法

供試品種은 印·日 交雜 新品種들중 장려품종이면서 早晩性, 脫粒性, 이삭의 抽出度 및 米質에서 差異가 뚜렷한 水原 264號와 密陽 23號이었고, 脫粒性 檢定에서는 日本型 品種 振興을 追加하였다. 이들은 서울大學校 農科大學 實驗農場에서 一般栽培法에 準하여 40日苗를 6月 5日에 栽植距離 30×15 cm로 株當 5本植하여 栽培하였다.

그리고 試驗調査로서 登熟進前에 다른 穀粒重 및 水分含量의 變化는 調査의 精密性을 위해 品種別로 出穗期(水原 264號 8月 9日, 密陽 23號 8月 18日)에 出穗하는 이삭들을 充分한 數畝에 대해 標識을 하고 出穗後 10日부터 50日까지 5日간격으로 每時期에 反復當 2 이삭씩 5反復으로 注意 抽出하여 正組의 水分含量은 Oven drying法에 의하여, 穀粒重은 秤量에 의하여 測定하였다. 收穫時期와 脫粒性과의 關係는 出穗後 35日부터 50日까지 5日간격으로 各時期別 10 이삭을 注意抽出하고 各 이삭의 上部로부터 3, 4, 5 번째 枝梗에 着生한 20粒씩에 대하여 Kiya No. 150 脫粒性 測定器로 測定하고 20粒測定值를 平均한 後 그를 1反復으로 取扱, 10反復 測定하였다. 그리고 收穫時期와 搗精率과의 關係는 出穗後 35日부터 55日까지 5日간격으로 每時期 1反復에 10株씩 3反復 注意抽出하여 陽乾하고 脫穀한 後 Kiya No. 115 玄米器와 McGill Miller No. 2 (Seed Buro Co.)를 使用하여 製玄率과 精白率을 測定하였다. 收穫時期와 米質과의 關係에 관한 調査는 出穗後 35日부터 55日까지 5日간격으로 出穗期에 標識한 이삭들 30個씩을 注意抽出하여 陽乾한 후 製玄하고 玄米 1,000粒씩을 反復單位로 하여 3反復씩 肉眼 및 擴大鏡을 使用하여 調査하였다.

供試品種들의 登熟期間中 氣象條件은 다음 Fig. 1에서와 같았다.

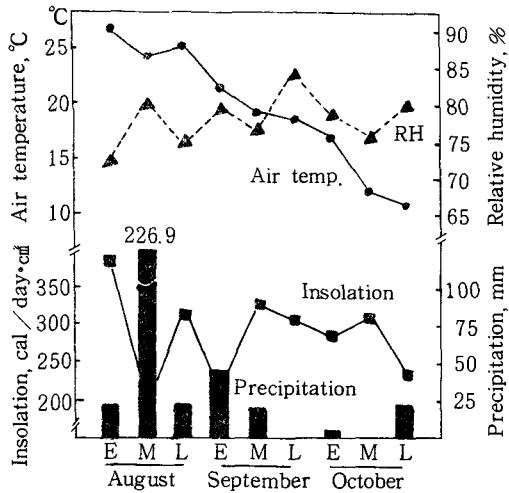


Fig. 1. Mean air temperature (●—●), relative humidity (▲—▲), insolation (■—■), and precipitation during grain filling period.

### 結果 및 考察

#### 1. 登熟進前에 따른 穀粒重 및 水分含量의 變化

그림 2는 出穗日이 같은 이삭들을 材料로 해서 出穗以後 穀粒의 乾物蓄積과 水分含量의 經時的 變化를 나타낸 것이다. 出穗以後 穀物重의 變化는 穀粒重의 增加가 비교적 完滿한 時期인 出穗後 25日以後의 測定值들에 대해 測定時期, 즉 收穫時期를 處理로 하고 5反復으로 抽出 測定한 것들을 反復으로 하여 分散分析後 最少有意差(LSD)를 구하여 比較한 結果 品種 水原 264號는 出穗後 30日以後 50日까지, 品種 密陽 23號는 出穗後 35日以後 50日까지 穀粒重의 差異가 없었다.

穀類의 登熟過程에 있어서 莖葉으로부터 種實에의 同化產物 移行이 끝나고 種實乾物重의 增加가 더 이루어지지 않는 時期를 生理的 成熟期라고 하고 이 時期를 收量損失이 없는 早期收穫 限界期로 보는데 本 研究에서 品種 水原 264號는 出穗後 30日, 密陽 23號는 出穗後 35日頃에 生理的 成熟期에 致達하였다. 그리고 이 時期의 穀粒水分含量은 두 品種間에 生理的 成熟日數 및 出穗期가 달랐는데도 不拘하고 모두 28%程度이었다. 즉 이것은 벼의 登熟中 穀粒의 水分含量이 28%에 이르면 벼알의 Water Potential이 너무 낮아져서 乾物蓄積에 關與하는 酵素들의 活性이 극히 制限되는 것으로 解析할 수도 있을 것이다. 그리고 一般的으로 印度型 品種들은

日本型 品種에 비하여 登熟速度가 빠르며<sup>8, 11)</sup> 金·權<sup>9)</sup>은 日本型 品種 振興은 出穗後 40日에, 印度型 品種 T(N) 1은 出穗後 35日에, 印·日交雜 品種中 水原 256號는 出穗後 40日에, IR1317-266-34는 出穗後 30日에 生理的 成熟期에 到達함을 報告하였다. 本 研究과 그밖의 報告<sup>1, 8, 25)</sup>는 生理的 成熟日數의 品種間 差異를 알려주며, 收量面에서 損失이 없는 早期刈取를 한다면 벼의 水分含量은 28%程度이고, 脫穀作業 및 貯藏에 必要한 水分含量 17% 및 14%와는 11% 및 14%의 差異가 있음을 알 수 있다. 이러한 水分範圍는 美國에서 正租收量이 最高인 收穫期가 28~23%<sup>19)</sup>, 32~25%<sup>6)</sup>, 30~28%<sup>14)</sup> 이었다는 報告들과도 大體로 一致하는 結果로서 穀粒의 水分含量과, 즉 生理的 面에서 보는 Water Potential과 乾物蓄積과의 密接한 關係를 示唆하는 것이라 하겠다. 그리고 水稻 品種들의 穗揃期間이 大體로 5日~7日이며, 本 研究에서 調査한 이삭들은 圃場 單位의 出穗期에 出穗한 이삭들이므로 出穗變異를 고려한 圃場單位의 早期收穫 限界期는 水原264號의 경우 出穗後 33日, 密陽 23號는 出穗後 38日頃이라고 할 것이다.

한편 出穗以後 登熟에 따른 穀粒水分含量의 變化는 그림 2에서 보는 바 登熟初期에는 두 品種 거의

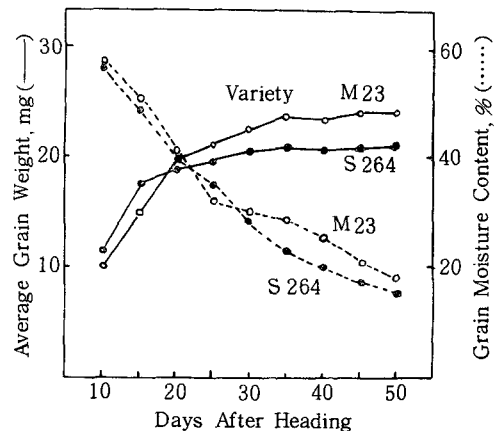


Fig. 2. Changes in average grain weight and moisture content (wet basis) of rice kernel with time after heading. Data were obtained from the spikes headed on the same day. Least square difference at .05 and .01 levels for comparison of grain weight between dates after heading are 0.60 & 0.80 for the variety S264 and 0.85 & 1.13 for the variety M23, respectively.

같은 값과 速度로 急激히 減少되었지만 出穗後 25 日~30日부터 速度가 완만해지고 品種間 差異가 뚜렷해졌다. 따라서 登熟進程에 따른 穀粒 水分減少過程의 特性을 파악하기 위해 1次式, 2次式 및 2元 1次式的 model을 假定하고, 水分減少實測値와 數式에 의한 理論値와의 關係를 比較한 結果 Table 1에 提示한 바와 같이 品種 水原 264號는 2次式, 品種 密陽 23號는 2元 1次式으로 나타내는 것이 誤差가 제일 작았고, 理論値와 實測値間에는 各各  $r = 0.9918^{**}$  및  $r = 0.9902^{**}$ 의 極히 높은 相關性을 보였다. 그러나 品種 水原 264號의 경우에도 2元 1次式的 誤差는 극히 작았음이 注目되며, 密陽 23號의

경우 2元 1次式的 相關度가 제일 높았음은 穀粒水分減少經過에 있어서 減少速度의 轉換點이 있음을 示唆하는 것이다. 따라서 그 轉換點들을 찾기 위해 Table 2에서와 같이 檢定한 結果 密陽 23號는 出穗後 24.5日, 水原 264號는 出穗後 34日을 各各 轉換點으로 하여 水分減少速度가 달라졌음을 알 수 있었다. 따라서 各 品種에 대해 登熟過程中 轉換點을 中心으로 그 前後에 알맞는 水分減少經過 數式(回歸直線式)을 구한 結果 水原 264號는 出穗後 34日까지는  $Y(\text{水分含量, \%}) = 68.245 - 1.33X(\text{出穗後日數})$ , 34日以後에는  $Y = 23.025 - 0.47X$ , 密陽 23號는 出穗後 24.5日까지는  $Y = 73.62 - 1.634X$ , 그以後에

**Table 1. The comparison of the good fitnesses for some regressions between moisture content(Y) and days after heading(X).**

Regression equations were obtained from Fig. 1.

Variety	Model of equation	Estimated equation	F value	R value	Standard error
S 264	$Y=a+bX$	$Y=61.86-0.011X$	152.48	0.9778	3.17
	$Y=a+b_1X+b_2X^2$	$Y=75.29-2.111X+0.0183X^2$	827.60	0.9918	0.98
	$Y=a+b_1X_1+b_2X_2$	$Y=68.245-1.33X_1-0.470X_2$	169.77	0.9884	1.50
M 23	$Y=a+bX$	$Y=61.25-0.964X$	93.11	0.9644	3.69
	$Y=a+b_1X+b_2X^2$	$Y=74.96-2.042X+0.0187X^2$	142.11	0.9896	2.17
	$Y=a+b_1X_1+b_2X_2$	$Y=73.62-1.634X_1-0.570X_2$	243.53	0.9902	1.25

\* There exists a critical point,  $X_c$ , if  $X < X_c$ ,  $X_1=X$ ,  $X_2=0$ , and if  $X_c \leq X$ ,  $X_1=X_c$ ,  $X_2=X-X_c$ .

**Table 2. Substantiation of the existence of a critical point( $X_c$ ),** Data shown in the Fig. 1 were processed with the following equation:  $Y=a+b_1X_1+b_2X_2$ , where  $X_1=X$ ,  $X_2=0$ , if  $X < X_c$  and  $X_1=X-X_c$ ,  $X_2=X-X_c$ , if  $X_c \leq X$ .

Variety	$X_c$	a	$b_1$	$b_2$	R	Standard error
M 23	21	76.615	-1.88	-0.645	0.9850	1.557
	22	75.960	-1.82	-0.616	0.9880	1.398
	23	75.09	-1.747	-0.593	0.9880	1.297
	23.5	74.61	-1.710	-0.584	0.9899	1.269
	24	74.12	-1.672	-0.576	0.9901	1.2535
	24.5	73.62	-1.634	-0.569	0.9902	1.2499
	25	73.12	-1.596	-0.564	0.9901	1.2563
	26	72.44	-1.549	-0.537	0.9880	1.3835
	27	71.64	-1.496	-0.516	0.9850	1.540
	S 264	25	70.542	-1.500	-0.771	0.9775
30		69.239	-1.396	-0.6328	0.9850	1.7019
32		68.936	-1.373	-0.545	0.9875	1.5556
33		68.639	-1.354	-0.505	0.9882	1.5127
33.5		68.454	-1.342	-0.486	0.98830	1.5019
34		68.245	-1.330	-0.470	0.98838	1.4989
34.5		68.015	-1.316	-0.4545	0.98830	1.5039
35		67.765	-1.301	-0.441	0.98809	1.5171
36		67.590	-1.290	-0.380	0.98800	1.5240

는  $Y = 33.59 - 0.570X$  이었다.

한편 이들品種은 出穗期가 各各 8月9日과 8月18日로서 9日間の 差異가 있었고 水分減少速度的 轉換點은 出穗後 日數에서 9.5日의 差異가 있었으므로 一般的으로 登熟後期, 특히 生理的 成熟期 以後의 水分減少는 氣象條件의 影響이 클 것을 考慮하여 다음의 그림 3 에서와 같이 日歷上의 實際出穗日을 基點으로 해서 登熟에 따른 水分減少經過를 나타낸 結果 두 品種 모두 9月11日頃부터 水分減少速度가 낮아지었음을 알 수 있었다.

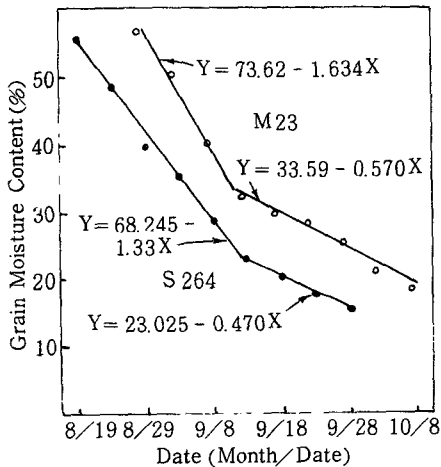


Fig. 3. Changes in moisture content of rice grain as plotted on the calendar date.

以上の穀粒水分含量變化特性은 그 測定期間인 8月下旬~10月上旬間의 氣象條件과 함께 고려할 때 水分減少速度가 빠르고 一定했던 9月上旬까지의 期間에 日平均 氣溫은 24℃에서 20℃까지 계속 낮아졌고 大氣의 相對濕度는 75~80%이었으며, 日射量은 200~320 cal/cm<sup>2</sup>·日의 범위에서 變異를 보여 以上の 氣象要因들은 登熟에 따른 水分減少와 外見上 直接的 連關性이 없으며, 水分減少速度的 鈍化 轉換期인 9月11日頃 以後의 氣象條件도 日平均氣溫은 계속 떨어지고 大氣의 相對濕度는 75~85%範圍, 日射量은 280~330 cal/cm<sup>2</sup>·日의 範圍에서 變動을 보였으나 水分減少率은 一定하여 역시 뚜렷한 關係를 찾기 어렵다.

한편 穀粒의 水分減少特性을 그림 2 에서 보는 바 穀粒重 增加特性과 함께 살펴보면 登熟初期에는 乾物重增加速度 및 水分減少速度가 모두 빠르나 乾物重增加速度는 出穗後 15~20日頃에 1次 鈍化되고 그

後 生理的 成熟期까지 漸進的으로 계속 鈍化되는데 반하여 水分減少速度는 거의 一定하였음이 注目된다. 그림에도不拘하고 두 品種 모두 9月11日부터 同時에 水分減少速度가 鈍化되었을뿐만 아니라 日當水分減少率도 0.47% 및 0.57%로써 거의 비슷한 값을 보였음은 登熟後期의 水分減少에 影響하는 主要因에 支配받았음을 暗示하는 것이라고 할 것이며, 그 時期가 品種 水原 264의 경우 生理的 成熟期 出穗後 30日을 지난 出穗後 34日頃이었고 品種 密陽 23號의 경우에는 生理的 成熟期인 出穗後 35日보다 10日程度 빠른 出穗後 25日頃이었음은 轉換點의 品種間 差異, 또는 登熟過程과 氣象條件의 相互作用에 의한 結果인지 그 因果關係가 뚜렷하지 않으며, 이와 같은 面에 대한 詳細한 研究가 必要함을 나타내는 것으로 생각된다.

## 2. 收穫時期와 脫粒性의 變化

脫粒性은 作物의 收穫調製作業에 있어서 刈取 및 脫穀作業 以前까지의 結束, 乾燥, 運搬課程에서 일어나는 損失과 脫穀作業의 難易度 및 脫穀機作動의 適正化를 決定짓는 重要な 特性이다. 우리나라에서 過去에는 日本型 品種들만을 栽培했고, 脫粒性이 작아 脫粒性은 重視되지 않았으나, 1970年代에 이르러 印·日 遠緣交雜에 의한 新品種 統一의 普及에 수반하여 脫粒性은 즉시 問題點으로 대두되었고,<sup>11)</sup> 그 以後의 新品種育成에서 많은 成果를 보였다. 그러나 아직껏 新品種들의 脫粒性에 관한 正確한 測定報告는 없었으며, 또한 收穫時期와 關聯하여 研究된 바 없었다. 本 研究에서는 日本型 品種 振興을 包含하여 3品種에 대해 出穗後 35日부터 50日까지 脫粒性의 變化를 測定하였으며, 穀粒의 水分含量成績과 함께 Table 3 에 提示하였다. 3品種 모두 收穫時期에 따른 脫粒性의 變化는 있었지만 그 差異는 크지 않았으며 脫粒性의 品種間 差異는 현저하였다. 實際로 農家에서 손刈取 또는 binder 刈取時 脫粒성이 커서 問題가 되었던 密陽 23號는 脫粒에 粒當 75~100g의 힘이 필요했고, 非脫粒性인 水原 264와 振興은 各各 粒當 226~250g, 194~239g程度의 힘이 필요해서 脫粒性 品種과 非脫粒性 品種은 脫粒力에서 2倍 남짓한 差異가 있었으며, 粒當 150~170g程度의 脫粒性을 갖는 品種이 脫粒性面에서 바람직한 品種일 것으로 思料된다. 그리고 收穫時期에 따른 脫粒性變化는 크지는 않았지만 大體로 穀粒의 水分含量이 18%以下로 乾燥되면 脫粒性은 약간 작

아지는 傾向이 있었으며, 이것은 脫離層의 섬유質이 乾燥할수록 引張強度가 커져 나타난 現象으로 생각된다.

**Table 3. Changes in shattering force with grain maturity.** The force to disconnect the grain from the pedicel was measured with a shattering tester, KIYA No. 150.

Variety	Measurement date (DAH)	Shattering force(g/grain)	Grain moisture content (%)
S 264	35	238.5	22.5
	40	226.2	20.2
	45	236.8	17.1
	50	249.6	15.5
	LSD	.05	10.6
M 23	35	90.6	29.5
	40	75.6	26.0
	45	98.5	21.7
	50	100.9	18.5
	LSD	.05	4.44
Jinheung	35	193.9	28.5
	40	205.6	25.0
	45	231.7	18.5
	50	238.7	16.7
	LSD	.05	10.55

### 3. 收穫時期와 搗精率 및 米質의 變化

Table 4는 品種 水原 264號와 密陽 23號의 경우 出穗後 35日부터 50日까지의 期間에 일어나는 製玄率, 精白率, 胴割米率, 心腹白米率, 青米率 및 銹米率의 變化를 나타낸 成績이다. 水稻의 收穫適期 判定은 穀粒水分含量 要因을 除外하면 收量, 특히 精

穀收量과 米質에 의해 決定되는데 精穀收量은 粗穀收量과 搗精率은 1次的으로 作物의 登熟過程上 決定되는 糠層의 發達程度, 青米, 不完全米, 不良米 등의 含有率, 刈取前 穀粒의 水分減少過程 및 刈取後 乾燥-脫穀作業-搗精前 乾燥管理過程에서 發生하는 胴割米率에 의해 決定되며, 2次的으로 搗精作業過程에서 決定된다고 하겠다. 本 研究에서는 精穀收量에 影響하는 作物學的 要因의 收穫時期와의 關係를 우선 밝히고자 研究用 小型機器로서 製玄 및 精白을 實施한 바 Table 4에서와 같이 製玄率과 精白率은 두 品種 모두 出穗後 35日부터 55日까지의 期間에 收穫時期에 따른 有意差를 보이지 않았다. 그리고 品質에 있어서 胴割米와 死米, 畸形米, 銹米 등의 不良米率은 收穫時期에 따른 有意差가 나타나지 않았으나 心腹白米率과 青米率은 收穫時期가 빠른 경우 많았고, 특히 青米率은 收穫時期가 늦어질수록 뚜렷이 減少하였고, 品種 密陽 23號는 青米率이 높았다. 즉, 作物學的 面에서 보면 쌀알의 品質 및 搗精率에 關與하는 要因들로서 登熟過程中 障害에 의해 發生하는 死米, 乳白米, 死青米, 銹米, 畸形米 등은 登熟 初·中期에 주로 形成되고,<sup>11, 15, 16)</sup> 心腹白米는 주로 遺傳的으로 決定되지만<sup>20, 21, 22, 23)</sup> 收穫時期의 影響을 多小間 받으며, 青米率은 收穫時期의 影響을 제일 크게 받는 要因이고, 胴割米率은 生理的인 成熟 以後 乾燥過程의 氣象 및 刈取後 乾燥條件에 影響을 받으며, 벼알의 生理的 成熟以後 糠層이 계속 두꺼워진다고 하지만<sup>11)</sup> 搗精率은 收穫時期와 糠層의 두께와의 關係보다는 不良米와 胴割米 比率에 더 크게 影響을 받는다고 할 것이다. 그리고 本 研究 成績은 收穫時期와 搗精率 및 米質과의 關係面에서

**Table 4. Changes in grain qualities with grain maturity.**

Variety	Harvesting date	Shelling ratio (%)	Polishing ratio (%)	Broken rice (%)	White belly (%)	Green rice (%)	Rotten rice (%)
S264	35	75.4	93.1	10.9	38.9	16.6	0.7
	40	75.8	92.8	9.8	35.3	9.3	0.9
	45	75.5	93.1	9.7	30.9	7.2	0.5
	50	75.4	92.2	9.9	33.7	3.8	0.8
	55	76.0	93.0	9.6	33.5	3.8	0.9
	LSD	.05	N.S	N.S	N.S	7.57	3.72
M23	35	74.6	90.6	25.1	45.7	31.2	0.7
	40	75.9	91.9	27.0	38.6	19.4	0.4
	45	76.8	91.8	28.6	34.4	13.1	0.3
	50	76.1	91.1	25.0	40.9	8.1	0.7
	55	76.6	91.6	28.0	41.8	8.3	0.6
	LSD	.05	N.S	N.S	N.S	9.85	3.98

適正收穫時期는 正租收量이 最初로 最大에 달한 生理的 成熟期로부터 10日以後 15日까지의 期間임을 알려주고 있다. 그리고 그 時期의 穀粒 水分含量은 그림 2에서 보면 20% 程度로서 米質이 제일 좋은 收穫時期가 水分含量이 24~16%인 時期라는 McNeal의 報告<sup>12)</sup> 및 28~24%인 時期라는 Kester의 報告<sup>6)</sup> 보다는 水分含量 20%일때 精穀收量이 제일 높았다는 Morse 等<sup>14)</sup>의 報告와 一致한다.

#### 4. 收穫適期 決定을 위한 綜合考察

벼의 收穫適期 決定은 結果의으로 보면 刈取-乾燥-脫穀-搗精의 一聯의 收穫調製 作業後 얻어진 쌀의 收量과 品質, 作業 및 乾燥에 關連된 穀粒水分含量의 要因으로 大別할 수 있을 것이다.

쌀의 收量이 最大일 수 있는 第1次的 限界는 生理的 成熟期 要因이며, 本 研究에서는 早中生種인 水原 264號는 出穗後 30日頃, 中生種인 密陽 23號는 出穗後 35日頃이었다. 그리고 生理的 成熟 以後에 搗精收率 및 品質에 關與하는 要因들로서는 胴割米率 및 不完全米率과 糠層의 發達, 青米率, 銹米率, 心腹白米率을 생각할 수 있는데 그들중 青米率과 心腹米率은 生理的 成熟期 以後의 收穫時期에 影響을 받으며 本 研究에서는 大體로 生理的 成熟 10日後에 그 比率이 낮았고, 銹米 및 畸形米는 登熟中期에 주로 發生하므로 收穫時期와는 無關하고 胴割米率은 生理的 成熟 以後의 乾燥와 氣象과의 關係, 刈取後 脫穀 및 搗精過程까지의 取扱에 의해 決定되는 것으로서 氣象條件이 좋고 乾燥取扱이 좋은 경우에는 收穫時期의 影響이 작은 것으로 나타났다.

收穫作業과 關連하여 收穫適期를 보면 鄭<sup>4)</sup>은 現行 우리나라의 收穫作業體系를 ① 慣行乾脫穀, ② 人力刈取-生脫穀, ③ binder乾脫穀, ④ binder生脫穀 및 ⑤ combine脫穀 體系의 混在이며, 이들 作業上 收量 損失 要因을 刈取損失, 取扱損失 및 脫穀損失로 分類하고, 日本型 品種인 아끼바레는 水分含量 21~18%일때 人力刈取-生脫穀하면 損失이 제일 작고, 慣行乾脫穀은 水分含量 27~19%, binder脫穀은 水分含量 21~18%, combine脫穀은 水分含量 17%일때 損失이 제일 작았으며, 損失의 主因은 脫穀損失인데 反하여 印·日交雜 品種인 水原 252號는 脫粒性이 커서 刈取損失이 主因이고, 人力刈取-生脫穀은 水分含量 24%에서 16%까지 큰 差異가 없지만 그밖의 作業體系에서는 水分含量이 24%에서 16%까지 乾燥될수록 損失이 增加하였다고 報告하였다.

本 研究에서 나타난바 生理的 成熟期の 水分含量은 品種들의 出穗期가 다르고 登熟氣象이 달랐음에도 두 品種 모두 水分含量이 28% 程度이었음에 비추어 볼때 鄭<sup>3)</sup>의 收穫損失試驗은 刈取時期가 生理的 成熟期 以後이었었고, 日本型 品種의 損失은 脫穀損失이 主因이고 脫穀損失은 脫穀機 性能과 作動에 따른 機械的 損失임을 생각하면 本 研究 結果와 一様性이 있으나 印·日交雜品種의 경우 脫粒性에 따른 刈取損失이 主因으로써 水分含量이 24%에서 16%까지 낮아질수록 損失이 커졌음은<sup>3,4)</sup> 本 研究에서 脫粒性은 穀粒水分含量 29%에서 18% 程度 範圍에서 큰 差異가 없었음과 對照의이고, 그것은 脫粒性의 品種差 보다는 收穫期가 늦어짐에 따른 鳥·鼠類 被害差와 서리를 맞아 禾稻熱病 罹病種 및 弱勢穗의 고스라짐에 影響을 받았음을 나타내는 것일지도 모른다.

以上을 綜合하여 作物學的 面에서 檢討한 收穫適期는 生理的 成熟期는 品種差가 있으나 生理的 成熟期의 穀粒水分含量은 28% 程度이며, 脫粒性은 品種間 差異가 크지만 生理的 成熟期 以後 水分含量이 18% 程度로 低下될때까지 뚜렷한 差異가 없고, 搗精收率은 生理的 成熟期 以後 큰 差異가 없지만, 品質은 青米率과 心腹米率에서 生理的 成熟期 10日 以後에 뚜렷이 낮아지므로 生理的 成熟 10日 以後 15日頃까지의 時期가 收穫適期이고 이 時期의 穀粒水分含量은 20~18%이었다. 이러한 結果는 Calderwood 等<sup>1)</sup>이 1974~1976 3 個年間 Texas에서 4 個品種을 材料로 試驗한 結果 精穀收量은 水分含量 25~16% 範圍에서 差異가 없지만 完全米收率은 水分含量 22~18%일때 最高이었다는 報告와 一致되며, Calderwood 等<sup>1)</sup>이 最近에 試圖한 바 穀粒의 火力乾燥費用은 收穫期에 圃場에서 水分含量을 22%에서 16%로 낮추어 收穫할 경우 50% 程度 節減할 수 있었다는 報告와 Eastin 等<sup>2)</sup>이 報告한 바 乾燥劑處理에 의한 收穫前 乾燥效果 等<sup>7,13,24)</sup>은 우리나라에서도 穀物의 收穫期와 水分含量, 乾燥의 經濟性 問題에 관한 研究의 必要性을 示唆하는 것으로 생각한다.

#### 摘 要

印·日 遠緣交雜에 의해 育成된 新品種들의 精穀收量과 外見上 品質面에서 最高收量을 얻을 수 있는 適正收穫時期를 究明하여 米穀의 間接增産에 寄與하고자 品種 水原 264號와 密陽 23號를 供試하고 出穗後 25日 以後 55日까지의 期間에 穀粒의 乾物重,

水分含量, 脫粒性, 製玄率, 搗精率, 胴割米率, 心腹白米率, 青米率 및 銹米率의 經時的 變化를 調査하였으며, 그 結果는 다음과 같이 要約된다.

1. 穀粒乾物重은 水原 264 號의 경우 出穗後 30 日頃, 密陽 23 號의 경우 出穗後 35 日頃에 最大에 이르렀고(生理的 成熟期), 그後 出穗後 55 日까지 有意差가 없었다.

2. 穀粒水分含量(Y, %)은 出穗後 日數(X)와 水原 264 號의 경우 出穗後 34 日까지는  $Y = 68.245 - 1.33X$ , 그 以後는  $Y = 23.025 - 0.470X$ 의 關係를 나타냈고, 密陽 23 號의 경우 出穗後 25 日頃까지는  $Y = 73.62 - 1.634X$ , 그 以後는  $Y = 33.59 - 0.570X$ 의 關係를 나타냈으며, 品種間에 出穗期, 登熟氣象 및 生理的 成熟期가 달랐으며 乾燥速度의 轉換期가 달랐음에도 不抱하고 生理的 成熟期의 穀粒水分含量은 두 品種 모두 28 %이었다.

3. 穀粒의 脫粒性은 印·日交雜品種 水原 264 號와 密陽 23 號, 日本型 品種 振興 모두 出穗後 35 日頃부터 50 日까지 收穫時期에 따른 差異는 작았고, 品種間 差異가 컸으며, 脫粒性 品種은 粒當 90~100g, 非脫粒性 品種은 粒當 200~250g 程度의 脫粒 抵抗性을 나타냈다.

4. 製玄率 및 搗精率은 두 品種 모두 出穗後 35 日부터 55 日間에 큰 差異를 보이지 않았고, 胴割米率과 銹米率도 差異가 없었으나 青米率과 心腹白米率은 生理的 成熟期부터 10 日間 뚜렷이 減少하였다.

5. 以上の 收穫期와 精穀收量, 脫粒性, 米質의 關係에서 나타난 收穫適期는 生理的 成熟期 10 日後頃이며, 이 時期의 穀粒水分含量은 20 % 程度이었다.

## 引用 文 獻

1. Calderwood, D. L., C. N. Bollich and J. E. Scott (1980) Field Drying of Rongh Rice : Effect on Grain Yield, Milling Quality, and Energy Saved. *Agron. J.* 72(4) p. 649~653.
2. Eastin, E. F. (1978) Preharvest Desiccation of Rice with Paraquat. *Crop Sci.* 18 p.1068~1070.
3. 정창주·고학균·이종호·강화석(1978) Post-Harvest Rice Systems in Korea. IDRC Res. Report 서울대 농대 p.125~155.
4. 鄭昌柱(1980) 韓國의 벼收穫技術의 改善方向-穀物損失의 評價. 水稻生産後 技術研鑽會教材. 서울大農大附設 農業開發研究所. p.1~26.

5. 日本作物學會(1977) 日本作物學會 50 年の歩み. p. 36~42.
6. Kester, E. B., H. C. Lukens, R. E. Ferrel, A. Mohammed, and D. C. Finfrock(1963) Influences of Maturity on Properties of Western Rices. *Cereal Chem.* 40 p. 323~326.
7. Kersting, J. F., F. C. Stickler, and A. W. Pauli (1961) Grain Sorghum Caryopsis Development. I. Changes in Dry Weight, Moisture Percentage, and Viability. *Agron. J.* 53 p.36~38.
8. 金柱憲·權容雄(1977) 水稻遠緣品種들의 登熟期間中 葉身老化, 米粒發達 및 그 品種間 差異. 서울大 農學研究 2(2)p. 29~42.
9. 小倉忠治(1951) 水稻の開花. 綜合作物學. 作物の部, 朝倉書店.
10. Kunze, O. R. and S. Prasad(1978) Grain Fissuring Potentials in Harvesting and Drying of Rice. *Trans. ASAE* 21(2) p. 361~366.
11. 李殷雄(1977) 新稿 水稻作. 郷文社.
12. McNeal, X. (1950) When to harvest rice for best milling quality and germination. *Arkansas Agric. Exp. Stn. Bull.* 504.
13. McNeal, F. H., J. M. Hodgson, C. F. McGuire, and M. A. Berg(1973) Chemical Desiccation Experiments with Hard Red Spring Wheat, *Triticum aestivum* L. *Agron. J.* 65 p. 451~453.
14. Morse, M. D., J. H. Lindt, E. A. Oelke, M. D. Brandon, and R. E. Curley(1967) The effect of grain moisture at time of herveat on yield and milling quality of rice. *Rice J.* 70(11)p. 16~20.
15. 長戸一雄·山本良三·小林喜男(1955) 台風による 粗擦變色と 稔實障害の關係. 日作紀 23(4) p.266.
16. 長戸一雄·鈴木清太·佐渡敏弘(1975) 米粒の乾物增加過程と米質. 日作紀 44(4) p. 431~437.
17. 農村振興廳 試驗局(1962, 1965) 農事試驗研究結果要覽 1905~1960, 1961~1965.
18. 農村振興廳(1967) 農業技術指導要綱, 作物編,
19. Smith, W. D., J. J. Deffes, C. H. Bennet, R. C. Adair, and H. M. Beachell(1938) Effect of date of harvest on yield and milling quality of rice. *USDA, Circ. No.* 484.
20. 田代享·江幡守衛(1974) 腹白米に 關する研究, 2 報. 日作紀 43(1) p. 105~110.
21. " " (1974) " , 4 報. 日



- 作紀 43 卷別號 1. p. 125~126.
22. 内田重義(1922) 札幌農林報 59. p. 1~23.
23. 江幡守衛(1974) 測光法による米の粒質診断に関する研究, VII報. 日作紀 43 卷別號 2 p. 247~248.
24. Whigham, D. K., and E. W. Stoller (1979) Soybean Desiccation by Paraquat, Glyphosate, and Ametryn to Accelerate Harvest. Agron. J. 71 p. 630~633.
25. 吉原雅彦・高城哲男・白戸剛・大塚雅雄・堀江正樹(1978) 水稻の登熟推移の比較. 日作紀 47(2) p. 235~242.