

벼 出穗期 強風이 穎花發育과 收量形質에 미치는 影響

崔 相 鎮*

Effects of Strong Wind at Heading Stage on Glume Development and Yield Components of Rice

Choi, Sang Jin*

ABSTRACT

Strong wind of 6.5m/s from electric fan was applied to rice at heading stage to find out the nature of wind damage to panicle. Damaged panicles caused by typhoon were sampled out of field to measure the yield and milling components.

Wind-treated glumes were developed into two forms, fertile and sterile, and each of them showed all degree of glume discoloration. The number of fertile grains were higher than sterile grains in a damaged panicle. Averages degree of glume discoloration was higher in not flowered glume than in flowered glume. The more recently flowered glumes resulted the higher degree of discoloration among flowered glume. The percent of sterile grain to total number of grains was the highest at stage of just flowering.

The glume discoloration representing wind damage at heading state advanced in degree in ten days after treatment compared to that just after treatment, Grain length and grain width were decreased with the increased degree of glume discoloration, while grain thickness was not changed greatly. Chalkiness was a little higher in damaged grain than in normal grain without definite trends by degree of discoloration. Ripening ratio, 1000 grain weight and yield decreased with increased degree of glume discoloration in damaged panicle by typhoon. Decreasing order in yield was white rice, rough rice and brown rice. Ratio of brown rice to rough rice increased, white rice to brown rice decreased, and milling recovery was not changed greatly with increased degree of glume discoloration.

緒 言

벼의 生育期間中 약간의 微風은 벼의 生理作用에 有利한 條件을 주는 것으로 알려져 있으나 지나친 強風은 벼에 倒伏 및 葉의 被裂과 같은 機械的 傷害 以外에 植物體로부터 水分을 빼앗아 葉의 萎凋나 穎의 褪色 및 不稔과 같은 生理的 障害를 일으킨다.¹⁾ 特히 出穗期에 바람을 強하게 맞으면 이삭 全體가 말

라 죽어 收量에 큰 影響을 준다.

우리나라에서 出穗期 바람被害가 穎花에 나타난 現象을 Morita²⁾가 처음으로 報告하였으며, 著者는 1978年 濟州道 農村振興院의 原種과 原原種圃場에서 出穗期 바람을 맞아 이삭이 하얗게 마른 陸稻農林橋 1號를 觀察한 바 있다.

1979年에는 마침 出穗中인 벼가 颱風 “어빙”(Irving)號의 影響을 받아 被害가 컸으며 특히 南部地方을 中心으로 全國에서 84,532 ㄷ의 收量減少를 가

* 木浦大學

* Mogpo National College, Mogpo, Korea 580

저왔다.

이러한 形態의 被害는 우리나라보다 颱風의 頻度가 많은 日本에서 더욱 흔하여 이에 關한 研究도 많은 便이다.^{5, 6, 7, 8, 9, 10}

벼알에 나타나는 바람被害 形態를 보면 穎의 部分 또는 全體가 褐色, 灰色 및 白色으로 변하는데 被害程度는 바람의 速度와 期間에 따라 增加하며 濕度가 낮을수록 增加한다.⁷ 褪色된 穎花는 成熟後 登熟率과 粒重을 低下시켜 收量을 減少시키는데⁷ Tsuboi¹⁰는 颱風에 의한 收量減少의 原因으로서 花器에 直接的인 障害, 早期開穎, 꽃밥飛散으로 인한 受精不能, 乾燥 또는 萎凋에 의한 開花不能 및 受精後 胚乳發育停止 等を 들었다.

被害가 가장 크게 나타나는 時期는 完全 出穗한 때이며 米粒의 褪色程度는 未熟穎일수록 심하다고 하므로서⁹ 穎花가 葉鞘에 쌓여 있거나 外界로 나온 後 日數經過가 길어질 수록 被害程度는 적어지는 것을 暗示하고 있다.

本 試驗은 人工바람을 處理하여 開花日期別로 穎花의 褪色程度와 進展樣相을 觀察하였고 實際 颱風에 의하여 被害를 입은 이삭을 對象으로 褪色程度에 따른 米粒의 形態와 主要 收量構成形質들의 變異를 調査하여 今後 벼 災害研究資料로 이바지 하고자 實施하였다.

材料 및 方法

1. 벼 出穗期 바람處理가 穎花發育에 미치는 影響

供試品種인 密陽 23 號를 5 月 30 日 圃場에 移秧하여 穗孕期初까지 普通肥料水準으로 栽培하다가 그후 1/5,000 a 에 移植하여 出穗期の 바람處理에 利用하였다.

바람은 직경 35 cm의 扇風機를 돌려 6.5 m/s 의 風速을 人爲的으로 만들고 이것을 모든 處理에 同一하게 適用하였다.

處理時期는 被害가 많이 나타나도록 하기 위하여 野外에서 맑은날 12 時부터 14 時 사이에 實施하였는데 이때의 大氣溫度는 28~29 °C였고, 濕度는 30~40 %로서 比較的 乾燥한 狀態였다.

處理方法은 벼를 扇風機의 軸으로부터 50 cm 거리에 놓고 扇風機를 超高速으로 돌려 바람의 中心이 벼 이삭에 잘 맞도록 調節하였다. 이때 開花期の 差異는 各 穎花의 穎表面에 記號로 表示하여 區分하였고

모든 處理는 同時에 實施하였다. 處理後 穎의 變色程度 調査는 그림 1 에서와 같이 正常인 것을 “0” 으로 하고 穎全體가 完全白色인 것을 “9” 로 하여 達觀調査하였다.

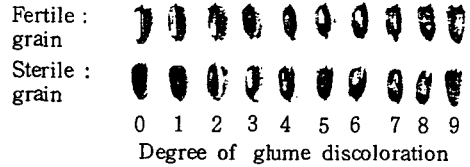


Fig. 1. Illustration of discolored rice grains caused by wind damage at heading stage.

바람을 맞은 穎花의 胚乳發育狀態를 보기 위하여 玄米의 길이, 넓이, 두께를 dial gauge 로 測定하였으며, 心腹白程度는 透明인 것 “0”에서부터 完全히 乳白色인 것 “9”까지 10等級으로 區分하여 達觀調査하였다.

2. 穎의 褪色程度가 收量形質에 미치는 影響

供試된 材料는 1979 年の 颱風 “어빙”號에 의하여 심하게 被害를 입은 密陽 23 號를 嶺南作物試驗場 圃場에서 收穫期에 採取한 것이다. 採取方法은 同一圃場에서 이삭 單位로 被害가 없는 것 “0”에서부터 完全히 白色으로 된 것 “9”까지 10等級으로 區分하고 各 褪色程度別로 100 이삭씩을 採取하였다. 이것은 各各 系統脫穀機로 脫穀한 다음 Sadake Testing Mill 로 玄米를, McGill Miller No. 2 로 白米를 만들어 各 形質을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 벼 出穗期 바람處理가 穎花發育에 미치는 影響

벼 開花期에 바람을 크게 맞으면 穎이 褪色되는데 이 褪色程度가 穎花發育에 어떻게 影響하는가를 보기 위하여 우선 開花段階別로 바람處理를 하고 10 日後 褪色程度別로 稔實粒과 不稔粒數를 各各 調査한 結果表 1 과 같이 나타났다.

被害形態는 稔實粒과 不稔粒의 2 가지로 區分이 되었고 이들은 各各 이미 그림 1 에서 본 바와 같이 여러가지 形의 褪色程度를 보였다.

아직 開花되지 않은 狀態에서부터 開花 3 日째까지의 5 가지의 開花段階中 바람의 影響을 가장 많이 받은 時期는 出穗後 아직 開花되지 않은 狀態의 것

Table 1. Number of fertile and sterile grains in each degree of glume discoloration caused by wind treatment at different stages of flowering.

Stage of flowering	Fertile or Sterile	Degree of discoloration (0-9) *										Total
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Not flowering	Fer.	33	24	16	10	4	4	1	8	4	55	159
	Ste.	-	-	3	5	4	5	-	10	4	42	73
Flowering	Fer.	-	2	1	1	1	-	-	2	-	8	15
	Ste.	1	-	-	-	1	-	-	-	-	12	14
1 days after flowering	Fer.	-	5	2	6	1	1	-	2	-	8	25
	Ste.	-	-	1	-	-	-	-	2	1	4	4
2 days after flowering	Fer.	-	1	2	1	2	1	-	2	1	1	9
	Ste.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
3 days after flowering	Fer.	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	5
	Ste.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	Fer.	34	34	21	19	8	6	1	15	4	71	213
	Ste.	1	-	4	5	5	5	0	10	6	57	93

* Observed at ten days after wind treatment.

이었으며 開花後 時間이 經過될 수록 바람에 대한 抵抗性이 增加되는 것을 觀察할 수 있다.

그러나 收量減少에 크게 作用하는 不稔率을 보면 開花當時에 바람을 맞은 것이 가장 높았는데 이것은 處理時期가 日中の 開花時刻과 비슷하였으므로 花器의 障害가 다른 穎花보다 컸을 것으로 보여진다. 그러므로 穎의 褪色程度가 稔實粒에 대하여만은 收量減少의 1次 要因으로 볼 수도 있으나 이삭集團이나 圃場狀態에서는 바람이 분 時刻에 따라 다를수도 있음을 뜻하는 것이다. 崔等¹⁾은 強風에 의한 穎의 褪色程度가 群落狀態에서는 出穗後 2日에 가장 심하다고 하였는데 이는 한 포기 내에서 이때쯤 開花穎花數가 가장 많았을 것이므로 被害도 컸을 것이다.

다음에 바람處理直後 外觀上 하얗게 褪色된 것으

로 보이는 穎色이 時間의 經過에 따라 어떻게 變하는가를 보기 위하여 一定數의 穎花를 가지고 處理直後와 10日後의 褪色程度를 比較하여 보면 表 2와 같이 바람處理 直後에는 0의 褪色程度를 보인 穎花數가 가장 많았으나 10日後에는 9에 속하는 穎花數가 가장 많았다. 이것은 바람處理 後 時間의 經過에 따라 褪色の 程度가 깊어지고 있으며 周邊組織도 褐色 내지는 黑色으로 變하여 全體의인 褪色程度를 增加시켰기 때문이었다고 본다.

바람被害를 입은 穎花 중 稔實粒으로 成熟된 것이 胚乳를 어떠한 形態로 發達시켰는가를 보기 위하여 穎의 褪色程度別로 玄米의 길이, 넓이 및 두께를 比較하여 보면 表 3과 같이 玄米의 길이와 넓이는 穎의 褪色程度에 따라 약간씩 減少되는 傾向이었으나

Table 2. Variation of the number of grains in each degree of glume discoloration from the observation at right after wind treatment to that of ten days later.

Time of observation	Degree of discoloration (0-9)										Total grains observed
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Right after treatment	114	35	17	16	16	5	6	16	27	80	332
10 days after treatment	48	47	25	24	13	11	1	25	10	128	332

Note: Treated for 4 hrs. under 28-29°C and 30-40% in R. H.

두께는 全然 變化가 없었다. 이 結果 玄米의 全體의인 形態가 褪色程度에 따라 段階의으로 長楕圓, 楕圓 및 球形으로 變하였음을 볼 수 있다.

玄米의 心腹白은 被害粒에서 약간 많은 便이었으나 褪色程度에 따른 差異는 認定할 수 없었다.

바람處理에 의한 被害는 穎뿐만 아니라 植物體 全體에 나타나는 것이므로 養分の 生産器管인 잎과 通道器管인 穗梗, 枝梗 및 小枝梗 등도 障害를 있었다면 玄米의 發育이 正常일 수 없음은 當然한 結果다. 이에 대하여 Morita⁴⁾와 Nagata 等⁵⁾도 暴風被害區

Table 3. Variations of grain size and chalkiness in relation to degree of glume discoloration by wind treatment.

Degree of discoloration	Grain size in brown rice			Chalkiness (0-9)
	Length	Width	Thickness	
	mm	mm	mm	
0	6.24	2.45	1.88	0.6
1	6.17	2.39	1.84	2.0
2	6.12	2.34	1.79	1.5
3	6.26	2.42	1.87	1.5
4	6.08	2.31	1.81	1.4
5	6.02	2.34	1.77	1.3
6	5.89	2.27	1.82	1.0
7	5.87	2.21	1.79	1.2
8	5.80	2.11	1.86	1.1
9	5.69	2.13	1.87	2.4

에서는 畸形米, 茶米, 靑米 및 心腹白粒이 增加한다 고 하여 本 試驗에서는 差異가 없었던 것과 相異한데
 고 하였으며 重久⁷⁾는 正常米의 玄米두께는 2.2 mm 이것은 前者의 材料가 日本型品種으로 本 試驗의 印
 었으나 被害玄米는 1.5~1.6 mm로 크게 減少한다 • 日型보다 두께가 큰 品種이었으므로 減少程度가

Table 4. Meteorological data observed at testing site during the typhoon, Irving, in 1979 which caused severe damage to rice panicles at heading stage.*

Date and time	Wind-direction	Wind-velocity m/s			Temperature °C	Relative humidity %	Precipitation mm
		Hourly	Daily	instantaneous max.			
Aug. 17-7	SE	4.0			26.6	84	3.0
8	SE	5.0			26.6	87	2.0
9	SSE	7.0			25.5	93	11.2
10	SSE	7.5			27.3	81	0.0
11	SSE	7.5			26.5	87	3.8
12	SSE	10.0			26.1	91	13.0
13	SSE	10.0			27.1	94	23.0
14	SSE	10.0	13.5		26.3	93	9.0
15	SSE	11.5			26.8	87	3.6
16	SSE	7.5			26.2	92	10.4
17	SSE	6.0			25.6	91	5.5
18	S	10.0			26.3	84	1.5
19	S	9.0			26.2	84	0.0
20	S	6.5			26.3	83	0.5
21	S	5.0			26.5	81	0.1
22	S	3.5			26.8	80	0.0
23	SW	4.5			27.9	66	0.0
24	SW	4.5			26.9	69	0.0
Aug. 18-1	W	6.5	10.5		27.5	59	0.0
2	W	8.0			27.3	55	0.0
3	W	6.5			27.2	58	0.0
4	W	9.0			26.7	55	0.0
5	W	4.5			25.6	57	0.0
6	W	4.5			25.8	65	0.0
7	WSW	2.0			25.8	62	0.0

* Cited from Milyang Branch of Jinju Meteorological Station.

크게 나타났던 것으로 보여진다. 円波²⁾는 葉身切除에 의하여 玄米의 길이가 짧아져 圓形이 된다고 하여 養分供給과 畸形米 發生과의 關係를 뒷받침 하였다.

2. 穎의 褪色程度가 收量形質에 미치는 影響

颱風 “어빙” 號가 있었던 當時에 調査地의 氣象條件은 表 4와 같으며 이때 被害를 입은 密陽 23號에 대하여 穎의 褪色程度別 登熟比率, 玄米 1,000粒重 및 收量を 구한 結果는 表 5와 같다.

主要 收量構成要素 中에서 登熟比率은 褪色程度 0에서부터 7까지는 서서히 減少하다가 8과 9에서는 急激한 減少를 나타내었는데 이것은 이삭 自體가 穗梗에서부터 枯死되어 完全히 白穗狀態로 된 것이 많았던 때문이다.

玄米 1,000粒重은 褪色程度에 따라 서서히 減少하였는데 이것은 玄米의 길이와 넓이가 穎의 褪色程度에 따라 서서히 작아진 때문이며 이들의 關係는 그림 2에서와 같이 아주 높은 負의 相關關係를 보이고 있다. 이에 대하여 Morita⁴⁾는 바람被害程度와 玄米重 減少와의 關係에서 $r=0.639 \pm 0.020$ 을 報告한 바 있다.

穎의 褪色程度에 따른 收量의 變化를 보면 精粗, 玄米, 白米 모두 一定한 傾向으로 減少하였는데 여기에서도 登熟比率에서와 같이 褪色程度 8, 9에서 크게 作用하였음을 뜻하는 것이다. 重久⁷⁾가 調査한 颱風被害粒의 褪色程度에 따른 收量減少率을 보면 1/3 褪色에서 8~15%, 2/3 褪色에서 25% 内外 그리고 完全褪色에서는 75%로 본 試驗의 結果와 거의 비

Table 5. Variation of ripening ratio, grain weight and yield in relation to degree of glume discoloration caused by typhoon at the heading stage of rice.

Degree of discoloration	Ripening ratio	1,000 grain wt. in brown rice	Yield		
			rough rice	brown rice	milled rice
	%	gr	%	%	%
0	78	22.7	100.0	100.0	100.0
1	74	21.7	95.3	96.2	95.4
2	69	21.4	87.0	87.8	86.2
3	65	21.2	81.4	82.4	80.2
4	63	20.8	79.1	79.8	77.0
5	63	20.4	76.3	77.0	74.4
6	60	20.3	71.2	71.8	67.2
7	58	20.1	67.4	68.1	63.7
8	46	19.8	52.6	53.1	49.7
9	26	19.5	30.7	31.0	28.5

슷한 傾向을 나타내었고 加峰³⁾는 氣象影響指數를 計 示하기도 하였다.

算하여 颱風에 의한 被害程度를 査定하는 公式을 提 한편 穎의 褪色程度에 따른 收量減少程度를 收量形

Table 6. Ratio of broken rice to whole milled rice, brown rice to rough rice, brown rice to white rice and milled rice to total yield.

Degree of glume discoloration	Ratio of broken rice (%)	Ratio of brown rice to rough rice (%)	Ratio of brown rice to white rice (%)	Milling recovery (%)
0	24.6	81.6	91.0	74.3
1	23.0	82.0	90.2	74.0
2	18.7	82.2	89.3	73.4
3	21.0	82.9	88.8	73.6
4	19.4	83.4	87.8	73.2
5	24.4	83.8	87.9	73.7
6	25.1	84.4	85.1	71.8
7	24.3	84.5	85.2	72.0
8	29.1	85.3	85.2	72.7
9	30.7	87.4	83.8	73.2

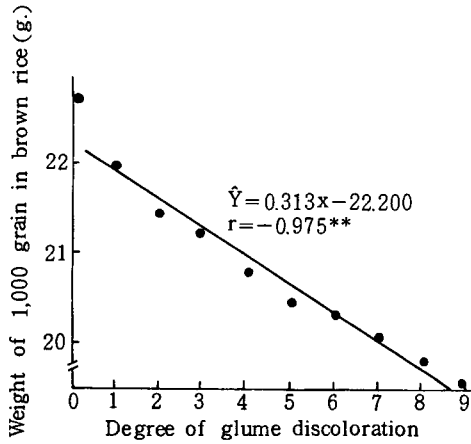


Fig. 2. Relationship between degree of glume discoloration and 1,000 grain weight in brown rice.

態別로 比較하여 보면 白米, 正粗, 玄米의 順으로 白米의 減少率이 가장 컸다. 이것은 白米造製過程에서 碎米率이 穎의 褪色程度에 따라 增加한 結果로 볼 수 있다.

搗精試驗結果를 表 6에서 보면 穎의 褪色程度에 따라 正玄比率은 서서히 增加하였는데 이는 바람被害程度가 심한 穎일수록 穎의 무게가 적었으므로 相對的으로 玄米의 무게가 크게 作用하였기 때문이었다고 본다.

그러나 精白率은 反對로 褪色程度에 따라 낮아졌는데 이는 精白過程에서 碎米가 增加하였기 故로 推測된다. 따라서 正玄比率과 精白比率이 相反된 傾向을 나타내었으므로 이들의 積으로 나타내지는 搗精率은 穎의 褪色程度에 따라 뚜렷한 傾向을 보이지 않았다.

摘 要

벼 出穗期 바람處理가 穎의 褪色 程度 및 胚乳發育에 미치는 影響과 實際 颱風被害를 입은 벼의 褪色程度가 收量形質에 미치는 影響을 調査한 結果 다음과 같이 要約되었다.

1. 바람處理된 穎花는 稔實粒과 不稔粒의 2가지 形態로 發育하는데 양쪽에 다같이 여러 段階의 褪色程度를 나타내었으며 1穗中에서는 稔實粒數가 不稔粒數보다 더 많았다.

2. 不稔粒 比率이 가장 높았던 때는 開花 當日이었으며 아직 開花하지 않은 것이나 開花後 1日 以上 日數가 經過한 것은 不稔粒 比率이 낮았다.

3. 穎에 나타난 褪色 程度는 바람處理 直後보다 10日 後에 더욱 進展되었다.

4. 穎의 褪色 程度에 따라 玄米의 길이와 넓이는 減少하였으나 두께는 變化가 없었으며 心腹白은 正常보다 褪色穎에서 약간 增加하였으나 褪色 程度間에는 큰 差異가 없었다.

5. 颱風被害穗에서 褪色 程度에 따라 登熟比率, 玄米 1000粒重 및 收量은 減少하였으며 收量減少率은 白米, 正粗, 玄米의 順으로 크게 나타났다.

6. 이삭의 褪色 程度에 따라 正玄比率은 增加하였고 精白比率은 減少하였으며 搗精率은 큰 差異가 없었다.

引 用 文 獻

1. 崔相鎭·朴來敬(1981) 벼 出穗期 風害의 發生原因과 樣相에 關한 研究. 崔鉉玉 博士 回甲紀念論文集: 207-212.
2. 円波榮次(1947) 水稻葉身 損失が其の後の生育と 登熟に及ぼす影響. 農業及園藝 22(8): 15-16.
3. 加峰實(1948) 水稻に於ける颱風の被害査定. 農業及園藝 23(7): 397-398.
4. Morita K. (1953) Damages of the rice grains caused by wind storm at the heading time. Proc. of the Crop Sci. Soc. of Japan 22(1-2): 59-60.
5. Nagato, K., R. Yamamoto and Y. Kobayashi (1955) Observations on damages to rice crops caused by wind storm. Proc. of the Crop Sci. Soc. of Japan 23(4): 265.
6. Nagato, K., R. Yamamoto and Y. Kobayashi (1955) Relations between the chafing and discoloration of hulls and the injury in kernels caused by storm. Proc. of the Crop Sci. Soc. of Japan, 23(4): 266.
7. 重久泰二(1957) 台風による水稻減收機構の實態. 農業技術 12(8): 348-353.
8. Tsunoda, S. and A. Kittaka (1952) Occurrence of withered and completely sterile panicles in rice plants attacked by typhoon with special reference to varietal resistance. II. Some characters of recessive and sensitive varieties. Proc. of the Crop Sci. of Japan, 21(2): 185-186.
9. 坪井八十二·久保 雄(1957) 風害を受けた水稻

の体内水分—水稻生理の研究—。農業技術 12(8):
344-347.

學的 研究—作物の風害に關する研究(1)—。農業技
術研究所 報告 A. 8: 1-156.

10. 坪井八十二(1961) 水稻の暴風被害に關する生理