

國內 자생벼 系統의 脫粒성과 離層組織의 特性**

林元栽* · 崔光貴* · 陳日斗*

Relationship between Degree of Grain Shedding and Histological Peculiarities of Abcission Region of Red Rice (*Oryza sativa* L.) Collected in Korea

Won Jae Lim*, Kwang Kwi Choi* and Il Doo Jin*

ABSTRACT: In order to investigate the degree of grain shedding of red rices collected in Korea, breaking tensile and breaking bending strengths of 269 varieties; 82 Korean and 100 foreign red rices and 87 Korean cultivars including 26 native varieties, 30 Japonica-Indica hybrids and 31 Japonica type varieties, were measured at harvest time. Also, histological characteristics of abscission region between spikelet and pedicel were observed.

The breaking tensile and breaking bending strengths of both Korean and foreign red rices were weaker than those of Japonica-Indica hybrids which were known as easily shedding varieties in Korea.

Abscission layers were observed in the majority of Korean red rices except for 5 varieties, and those of all varieties belonging to both long grain types and "Sare"s were cracked completely at harvest time, while those of round grain types were not cracked except one variety. The breaking tensile and breaking bending strengths of the tested varieties having cracked abscission layer were weaker than those of non-cracked ones.

Both strengths of breaking tensile and breaking bending were positively correlated with diameter of supporting zone and thickness of sclerenchyma tissue surrounding central vascular tissue of supporting zone at 0.1% significant level, respectively.

自生벼는 강한 脫粒성과 休眠性 등 野生植物로서의 特性을 지니고 있으며, 栽培벼와 植物學的으로 同種인 것으로 分類되나, 대부분 種皮色이 赤色이며 栽培벼 品種의 種子 속에 混入되어 있거나 圃場에 自生的으로 發芽하여 栽培벼와 競合하며 生育하기 때문에 赤米 (Red rice) 및 雜草벼 (Weed rice) 등으로 불리고 있다.^{1,3,5,7,8,10)} 우리나라 古農書¹⁹⁾에 의하면 山稻라는 벼 品種은 米色이 赤色인 것으로 나타나 있고 1900년대 初期에 乾稻 栽培地에 쌀벼(米租)라는 自生벼들이 大量 混入되어 있었던 것으로 報告²³⁾ 되고 있으나, 現在에는 京畿道 西海岸의 一部 乾畚直播 栽培地域에서 發見되어 몇 가지 特性이 調査되고 있을 뿐^{7,20,21,22)} 거의 絶滅된 狀態이며, 當時 蒐集 分類되었던 쌀벼들 중 一部만 保存되고 있다.

우리나라 自生벼들(赤米 또는 쌀벼)은 當初 雜草로 看做되어 왔으며, 그 起源은 正確히 밝혀져 있지 않다. 다만, 우리나라에는 野生벼가 自生하고 있지 않으므로 野生벼로부터 雜草벼의 發生은 推測할 수 없으나, 벼 品種의 傳來過程에서 種子속에 混入된 狀態로 流入되었거나, 古農書¹⁹⁾에 赤米 品種에 대한 記錄이 있는 점으로 미루어 보아 오래된 栽培品種의 後裔가 殘存하여 雜草로 定着했을 可能性도 있다.

農作物의 品種들은 時代에 따라 變遷을 거듭하지만 개개의 品種이 지니고 있는 特定 形質은 時代를 超越하여 利用할 수도 있다. 이와같은 觀點에서 全世界의 遺傳資源으로서 有用植物 및 農作物 品種의 蒐集 保存에 關心이 集中되고 있다. 특히, 우리나라 自生벼들은 오랜 歲月동안 우리나라의 環境 條件에 適應하여 自生的으로 種族을 保存할 수 있

*順天大學 (Sunchon National University, Sunchon 540-070, Korea)

**이 論文은 1988年度 韓國學術振興財團의 自由公募 學術研究 助成費에 의하여 연구되었음. <90. 4. 11. 接受>

있던 만큼, 野生植物로서의 여러가지 特性과 많은 變異性を 지닌 遺傳資源으로 생각된다. 따라서, 自生벼들이 지니고 있는 여러가지 特性을 調査하여 有用形質을 發掘 保存한다면 앞으로 新 品種 育成의 素材로 利用할 수도 있을 것이다.

著者들은 1900年代 初 우리나라에서 蒐集 分類되고 지금까지 保存되어 온 쌀벼 系統들을 分讓받아, 外國産 赤米品種(系統)들 및 最近 京畿道에서 蒐集된 赤米(샤레)系統들과 比較하며, 몇 가지 生理生態的 特性을 調査하던 중 우선 野生植物이 가지는 主要 特性 중의 하나인 脫粒性과 그 原因에 대하여 報告한다.

본 實驗의 遂行에 있어서 증자를 分讓하여 主신 日本 九州大學, 京畿道 農村振興院 및 湖南作物試驗場 關係官 여러분께 感謝를 드린다.

材料 및 方法

本 實驗에 供試된 自生벼는 日本 九州大學으로부터 分讓받은 우리나라 쌀벼(米租) 蒐集 保存 系統 77種과 京畿道 農村振興院으로부터 分讓받은 自生赤米種(샤레) 5種 등 合計 82種이었으며, 脫粒性 程度의 比較를 위하여 日本 九州大學으로부터 分讓받은 外國産 赤米 100種과 栽培種으로는 湖南作物試驗場으로부터 分讓받은 在來種 26種, 統一型 30種 및 日本型 31種 등 合計 87種을 함께 供試하였다.

이 品種 및 系統들은 1988年 5月 1日 播種하여 本葉이 약 5~6배 展開 後 順天大學 構內 畚圃場에 品種 및 系統當 10株, 株當 1本植으로 移秧 栽培하였으며, 施肥量 및 其他 栽培管理는 水稻 慣行 栽培法에 準하여 實施하였다.

脫粒性 程度의 測定: 脫粒性 程度는 非接着型 스트레인 게이지 荷重變換機(Unbonded Strain Gauge Transducer, UT:1kg)를 利用한 伊藤¹²⁾의 方法을 一部 改良하여 小型 컴퓨터를 接續 벼알과 小枝梗 사이의 引張強度 및 抗曲強度를 測定 表示하였다. 引張強度의 測定은 各 品種 및 系統의 收穫適期로 생각되는 出穗 後 40~50일 經過된 主稈의 イ삭을 品種 및 系統當 3~4개 採取하여, 이삭 先端部의 1次枝梗 3~4개에 着生된 벼알을 스트레인 게이지 荷重變換機의 荷重感知部 軸과 小枝梗 軸이 平行이 되도록 荷重感知部에 固定시키고 한알씩 小枝梗 軸의 平行方向으로 引張하여 脫落시켜 벼알이 小枝梗으로부터 離脫될 때까지 感知되는 最大荷重이 檢

퓨터에 기록되도록 하였으며 개개 荷重의 平均値를 品種 및 系統의 引張強度로 看做하였다. 抗曲強度의 測定에는 引張強度의 測定과 同一한 材料를 使用하였으나, 引張強度의 測定과는 달리 스트레인 게이지 荷重變換機의 荷重感知部 軸과 小枝梗 軸이 直角이 되도록 벼알을 荷重感知部 軸에 固定시키고, 小枝梗에 小枝梗 軸의 直角方向으로 힘을 加하여 小枝梗과 벼알이 分離될 때까지 感知되는 最大 荷重을 測定하였다.

解剖 形態學的 調査: 우리나라 自生벼들에 대하여는 引張強度와 抗曲強度의 測定 材料 중에서 任意로 品種 및 系統當 약 20粒의 벼알을 小枝梗이 附着되도록 切取하여 F.A.A.에 固定 保存하였다가, 常法²⁾에 따라 두께 약 10 μ m의 Paraffine 連續 切片을 만들어 Hematoxylin, Safranin 및 Fast green 등으로 3種 染色한 後 Canada balsam 으로 封入하여 檢鏡하였다. 檢鏡에 있어서는 주로 小枝梗과 벼알 사이에 形成되는 離層組織의 有無 및 崩壞性을 調査하였으며, 小枝梗 先端 突出部の 直徑 中心 維管束의 直徑, Supporting zone(以下 本論文에서는 벼알 附着部라 稱함)²⁴⁾의 直徑 및 中心 維管束을 둘러 싸고 있는 厚壁組織의 두께 등을 測定하였다.

結果 및 考察

1. 脫粒性 程度의 品種 및 系統들간 差異

本 研究에서는 우리나라 自生벼 保存系統들을 벼알의 길이와 幅과의 關係 및 種皮의 色 등에 따라 長粒赤色種(L-R) 短粒赤色種(R-R) 및 短粒褐色種(R-B) 등으로 區分하고, 最近에 蒐集된 샤레(Sare)들과 함께 各 系統別 引張強度와 抗曲強度를 측정, 各 系統群 間의 差異를 比較함과 동시에 外國産 赤米들, 우리나라 在來種, 統一型 및 日本型 主要 品種들과도 比較하였다.

引張強度 (Table 1-A): 우리나라 自生벼들의 引張強度는 外國産 赤米들의 引張強度와 거의 비슷한 分布를 보여, 全體 平均에서도 有意差가 認定되지 않았으며, 一般的으로 脫粒이 잘 되는 것으로 알려져 있는 統一型 品種들은 물론, 在來種 및 日本型 品種들보다 引張強度의 平均이 낮은 것으로 나타났다. 系統群別 引張強度의 分布를 보면 引張強度가 極히 낮았던 샤레 3系統과 極히 높았던 短粒褐色種 3系統을 除外하면 거의 비슷한 範圍內에 分布하고

Table 1. Distribution of red rices and cultivars classified by breaking tensile and breaking bending strengths.

A : Breaking tensile strength.

Group	Number of varieties							Total	Mean±S.E.
	Breaking tensile strength(g)								
	51- 80	81- 110	111- 140	141- 170	171- 200	201-	-50		
Korean red rices*									
L-R ¹⁾	4	5	2	1				12	93± 7.8
R-R ²⁾	7	12	11	3				33	105± 4.4
R-B ³⁾	3	10	10	6			3	32	124± 6.9
Sare ⁴⁾	3	1		1				5	72±26.4
Total	3	14	28	23	11		3	82	109± 4.0
Foreign**	2	22	32	21	12	7	4	100	114± 3.9
Cultivars									
Native Var.			1	13	4	4	4	26	150± 6.9
Japonca-Indica		1	8	15	6			30	124± 4.2
Japonica Type					6	17	8	31	187± 3.8
Total		1	9	28	16	21	12	87	154± 4.0

B. Breaking bending strength

Group	Number of varieties									Total	Mean±S.E.
	Breaking bending strength(g)										
	5.1- -5.0	10.1- 10.0	15.1- 15.0	20.1- 20.0	25.1- 25.0	30.1- 30.0	35.1- 35.0	40.1- 40.0			
Korean red rices*											
L-R ¹⁾	4	6	1	1						12	12.9±1.26
R-R ²⁾	13	17	3							33	11.4±0.56
R-B ³⁾	8	16	5		1	2				32	14.4±1.21
Sare ⁴⁾	3	1		1						5	8.2±3.63
Total	3	26	39	9	2	1	2			82	12.6±0.61
Foreign**	2	36	40	9	3	3	5	2		100	13.8±0.74
Cultivars											
Native Var.			13	3	2	4	4			26	19.4±1.62
Japonica-Indica			17	10	2	1				30	15.9±0.70
Japonica Type					4	8	11	5	3	31	32.5±1.03
Total			30	13	8	13	15	5	3	87	22.9±1.02

*Korean red rices : 1) Long grain type varieties having red seed coat, 2) Round grain type varieties having red seed coat, 3) Round grain type varieties having brown seed coat, 4) Recently collected red rices by Gyeonggi Provin. O.R.D.

**Foreign red rices.

있었으나, 長粒赤色種들 중에는 引張強度가 比較의 낮은 系統들이 많았고 短粒赤色種 및 短粒褐色種들 중에는 比較의 높은 系統들이 많아서 평균에서 보면 沙畧들이 가장 낮았고(72 ± 26.4 g), 다음이 長粒赤色種(93 ± 7.8 g), 短粒赤色種(105 ± 4.4 g)의 順으로 높았으며 短粒褐色種이 가장 높은 것으로 나

타났는데(124 ± 6.9 g), 이들 系統群들 사이에 有意差가 認定되었다.

近井·西谷²⁰⁾에 의하면 引張強度 110 g 以下の品種은 自然脱落이 심하여 實用栽培가 困難할 것으로 推測하였는데 長粒赤色種들 중 9系統(約 75%), 短粒赤色種들 중 19系統(約 58%), 短粒褐色種들

중 13系統(約 41%) 및 사례들 중 4系統(約 80%) 등 合計 45系統들(約 55%)이 引張強度 110 g 以下인 것으로 나타났다. 또한 引張強度 110~170 g 的 範圍內에 屬하는 品種들은 自然脫落은 많지 않으나 收穫作業時의 衝擊 등으로 인한 脫落이 많을 것으로 豫想되므로 慎重한 取扱을 해야 한다²⁶고 하였는데, 自生벼들 중 3系統을 제외한 모든 自生벼들의 引張強度가 170 g 以下이었으므로 自生벼들은 대부분 自然脫落이나 收穫作業時의 衝擊으로 인한 脫落에 의해 農耕地 土壤 中에 머물릴 수 있었을 것으로 추측된다.

한편, Woods & Clark²⁷⁾는 wild rice (*Zizania aquitica*)에서 自然脫落後 籼에 남아있는 낱알만 繼續하여 數年間 選拔하였던 結果, 非脫粒系統을 얻을 수 있었다고 하였는데, 本 試驗의 結果, 引張強度가 강한 몇 系統들은 自生벼들의 保存過程에서 이와 같은 變異가 發生하였거나, 種子속에 混入된 狀態로 存在하던 赤米가 蒐集 保存된 結果로 推測된다.

抗曲強度 (Table 1-B) : 抗曲強度의 測定은 引張強度의 測定보다 많은 努力이 所要되고, 또한 그 測定值가 작아서 品種間에 큰 差異가 없을 뿐 아니라, 抗曲強度와 引張強度와의 사이에는 높은 正의 相關關係가 認定되므로 品種의 特性으로서 脫粒性程度를 表示하는 데는 引張強度가 더욱 適合하다¹²고 한다.

그러나, 벼알을 小枝梗 軸과 平行한 方向으로 잡아당겨 벼알이 脫落하는데 所要되는 힘(引張強度)

은 벼알을 小枝梗 軸과 直角方向으로 굽혀서 벼알이 脫落하는데 所要되는 힘(引張強度)보다 매우 強하므로 벼알의 脫粒性程度는 힘이 강한 引張強度보다 힘이 弱한 抗曲強度와 더욱 密接한 關係가 있을 것으로 생각된다.

우리나라 自生벼들의 抗曲強度는 2~35 g 的 範圍에 分布하여 平均 12.6 ± 0.61 g 으로서 外國產 赤米들과 거의 비슷하였으나, 우리나라 在來種, 統一型 및 日本型 主要 品種들보다는 比較的 낮은 것으로 나타났다. 한편 우리나라 自生벼들 系統群間 抗曲強度를 比較해 보면 사례들의 平均 抗曲強度가 가장 낮았고(8.2 ± 3.63 g), 短粒赤色種(11.4 ± 0.56 g), 長粒赤色種(12.9 ± 1.26 g)의 順序로 높았으며, 短粒褐色種이 가장 높았고(14.4 ± 1.21 g), 系統群들 間에는 有意差가 認定되었다.

抗曲強度와 引張強度의 相互關係 (Fig. 1) : 伊藤¹²⁾ 등은 日本型 品種들에 있어서 抗曲強度와 引張強度 사이에 높은 正의 相關關係가 認定되었다고 하였으며, 그 후 여러 研究들에 의하여 印度型¹¹⁾ 및 우리나라 統一型 品種들¹³⁾에 있어서도 同一한 結果가 얻어졌다. 本 研究의 調查結果, 우리나라 自生벼들 (n=82, r=0.8602***)은 물론, 外國產 赤米들 (n=100, r=0.8359***) 및 우리나라 栽培品種들 (n=87, r=0.8591***)에 있어서도 抗曲強度와 引張強度 사이에는 各各 0.1% 水準에서의 높은 正의 相關關係가 認定되었다. 그러나 抗曲強度와 引

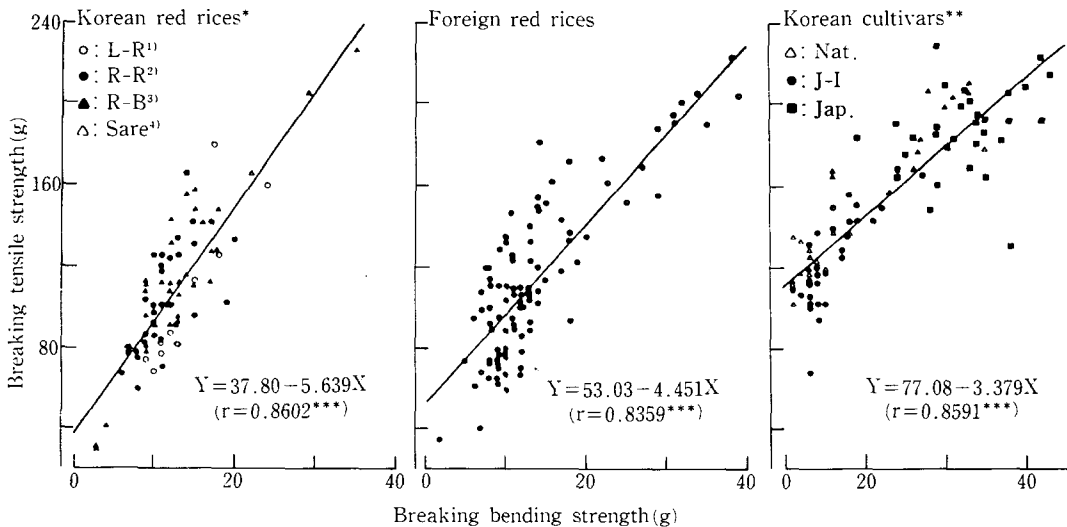


Fig. 1. Relationships between breaking tensile strength and breaking bending strength in the Korean red rices, foreign red rices and cultivars. * : See table 1. ** : Nat. : Native varieties, J-I : Japonica-Indica hybrids, Jap. : Japonica type varieties.

張強度의 相互關係를 나타내는 回歸係數는 우리나라 自生벼들(a=5.639) 外國產 赤米들(a=4.451) 및 우리나라 栽培品種들(a=3.379) 사이에 多少 다른 傾向으로 나타났다.

2. 離層組織의 解剖形態學의 特性

離層組織의 有無 및 崩壞性(Fig. 2) : 벼알의 脫粒性은 穎果와 小枝梗사이에 形成되는 離層組織의 有無 및 崩壞性 등 그 形態의 特性에 의해 左右되는 것으로 알려져 있다. 1, 11, 14, 15, 16, 18, 24, 25, 28, 29, 30)

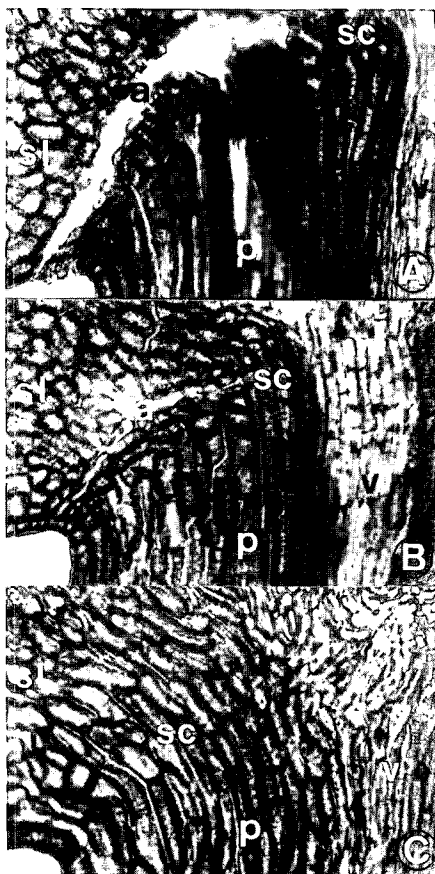


Fig. 2. Morphological difference among cracked abscission layer(A : Long grain type variety-having red seed coat), none cracked abscission layer(B : Round grain type variety having red seed coat) and absent abscission layer(C : Round grain type variety having brown seed coat)(X 320). Note ; a : Abscission layer, p : protrusion at the top of pedicel, sc : sclerenchyma at the abscission region, sl : sterile lemmas, and v : vascular tissue.

우리나라 自生벼들은 대부분 穎果와 小枝梗 사이에 離層組織이 形成되어 있었고, 그 중 一部 系統들에서는 收穫期에 離層組織의 崩壞를 觀察할 수 있었으나(Fig. 2-A) 많은 系統들에서는 離層組織의 崩壞를 觀察할 수 없었고(Fig. 2-B) 離層組織이 形成되지 않는 系統들도 볼 수 있었다(Fig. 2-C). 지금까지 報告된 바에 의하면 우리나라 統一型 品種들과 印度型 品種들 및 자바型들 중 Tjereh 群에 屬하는 品種들은 大部分 離層組織이 形成되고 그 離層組織은 거의 모두 登熟過程에서 崩壞되며 9, 11, 14, 15, 16, 18, 29, 30), 日本型 品種들이나 자바型들 중 Bulu 群에 屬하는 品種들은 離層組織이 形成되는 品種이라 할지라도 그 離層組織은 거의 모두 崩壞되지 않는다 14, 16, 18, 25, 28) 고 한다. 한편, 原⁶⁾는 우리나라 自生벼들 중에는 長粒稻系統들이 包含되어 있는데, 이들 長粒稻들은 粒型, 稻熱病 低抗性 및 雜種稔性 등으로 보아 印度型으로 推測된다고 하였다. 이러한 점들로 미루어 보아, 본 實驗의 結果에서 崩壞되는 離層組織을 가지고 있는 것으로 밝혀진 自生벼들 중에도 印度型에 屬하는 벼들이 包含되어 있을 것으로 생각되었다. 그러나, Heu⁷⁾에 따르면 우리나라 自生벼 “사레”들은 F₁ 雜種稔性으로 보아 日本型에 가까운 것으로 밝혀졌으므로 自生벼들의 日本型, 印度型의 區分은 더욱 細密한 調査가 必要할 것으로 생각된다.

離層組織의 有無 및 崩壞성과 脫粒性程度(Table 2) : 앞에서 檢討한 離層組織의 有無 및 崩壞性에 따라 우리나라 自生벼들을 分類하고 그에 따른 引張強度와 抗曲強度를 比較하였다. 長粒赤色種들 중에는 11系統이 崩壞되는 離層組織을 가지고 있었는데 이들의 引張強度 및 抗曲強度의 平均은 各各 87 ± 5.3g 과 11.9 ± 0.81g 이었는데 比해 離層組織이 없는 1系統의 引張強度 및 抗曲強度는 160g 및 24.0g 으로서 훨씬 높았다. 短粒赤色種들은 모두 離層組織이 있었는데, 離層組織이 崩壞되지 않는 32系統들의 引張強度 및 抗曲強度의 平均은 各各 106 ± 4.4g, 11.4 ± 0.58g 이었는데 比해 離層組織이 崩壞되는 1系統은 引張強度 75g, 抗曲強度 11g 이어서 離層組織이 崩壞되는 系統의 引張強度 및 抗曲強度가 多少 낮은 것으로 나타났다. 短粒褐色種들 중에는 29系統이 崩壞되지 않는 離層組織을 가지고 있었는데 이들의 平均 引張強度 및 抗曲強度는 各各 114 ± 4.3g, 12.4 ± 0.21g 이었고 3系統은 離層組織이 없었는데 이들의 平均 引張強度 및 抗曲強度는 各各 222 ± 8.7g,

Table 2. Relationship between morphological characteristics of abscission layer and degree of grain shedding in the Korean red rice.

Group*	Abscission layer**	No. of var.	Breaking tensile strength (g)	Breaking bending strength (g)
L-R ¹⁾	Cracked	11	87± 5.3***	11.9±0.81
	Absent	1	160	24.0
R-R ²⁾	Cracked	1	75	11.0
	Nonecracked	32	106± 4.4	11.4±0.58
R-B ³⁾	None cracked	29	114± 4.3	12.4±0.21
	Absent	3	222± 8.7	33.0±1.73
Sare ⁴⁾	Cracked	4	49±15.9	4.8±1.45
	Absent	1	166	22.0
Total	Cracked	16	77± 6.6	10.1±1.03
	None cracked	61	110± 3.1	11.9±0.41
	Absent	5	198±15.2	29.0±2.68

* See Table 1.

** Morphological characteristics of abscission layer. Cracked: Cracked abscission layer, None cracked: None cracked abscission layer are formed between pedicel and spikelet, and Absent: Abscission layers are absent.

*** Mean±S.E.

33.0 ± 1.73 g 이어서 長粒赤色種들과 마찬가지로 離層組織이 없는 系統들의 引張強度 및 抗曲強度가 훨씬 높은 것으로 나타났다. 한편, 사례들 중에는 4 系統이 崩壞되는 離層組織을 가지고 있었는데 이들의 引張強度 및 抗曲強도의 平均은 각각 49 ± 15.9 g, 4.8 ± 1.45 g 으로서 離層組織을 가지고 있는 系統들 중에서도 가장 낮은 것으로 나타났으며, 이들 중 3 系統은 引張強度 20 ~ 30 g, 抗曲強度 2 ~ 3 g 으로서 脫粒성이 매우 강할 것으로 생각되었다. 그러나 離層組織이 없는 1 系統은 引張強度 166 g, 抗曲強度 22.0 g 으로서 다른 系統群들 중에서 離層組織이 없는 系統들의 引張強度 및 抗曲強도와 거의 비슷하였다.

이와 같이 離層組織의 特性에 따라 引張強度 및 抗曲強度는 各各의 系統群別로 多少의 差異가 보였으나, 全體적으로 보면 離層組織이 崩壞되는 自生벼들의 平均 引張強度 및 抗曲強度가 가장 낮아서 各各 77 ± 6.6 g, 10.1 ± 1.03 g 이었고, 다음이 離層組織이 崩壞되지 않는 自生벼들로서 各各 11.0 ± 3.1 g, 11.9 ± 0.41 g 이었으며, 離層組織이 없는 自生벼들이 가장 높아서 各各 19.8 ± 15.2 g, 29.0 ± 2.68 g 이었다. 이와 같은 現象은 離層組織이 崩壞되는 自生벼들의 境遇, 離層組織이 崩壞되므로써 벼알과

小枝梗이 附着된 部分이 實質적으로 좁아져 附着力이 弱해지기 때문이며 離層組織이 崩壞되지 않는 自生벼의 境遇라 할지라도, 離層組織이 있으면 離層組織을 構成하고 있는 細胞들은 細胞壁이 얇기 때문에 細胞壁이 두꺼운 厚壁組織들 보다 外的 衝擊에 대한 支持력이 弱하기 때문에 나타난 것으로 推測된다.

그러나, 離層組織이 崩壞되는 自生벼들, 離層組織이 崩壞되지 않는 自生벼들 및 離層組織이 없는 自生벼들은 各各 同一한 離層組織을 가지고 있다 할지라도 系統들 사이에 引張強度 및 抗曲強도의 差異가 있는 것으로 나타났는데, 이는 벼알 脫落部位의 解剖形態學的 特性의 差異에 의한 것으로 생각되었다.

3. 벼알 脫落部位의 解剖形態學的 特性과 脫粒性程度와의 關係

벼알 脫落部位의 形態 (Fig. 3): 이삭으로부터의 벼알의 損失은 枝梗의 切斷, 小枝梗의 切斷, 小枝梗 彎曲部の 切斷 및 離層組織의 分離 등에 의해 일어날 수 있다⁴⁾고 한다. 脫粒성이 강한 벼 品種들은 大部分 벼알의 脫落이 주로 離層組織의 分離에 의해 일어나는데⁴⁾, 그 벼알 脫落部位를 보면 副護穎(ru)과 護穎(sl) 사이에 小枝梗 先端突出部(p)가 있고, 小枝梗 先端突出部와 小穗軸(ra) 사이에 離層組織(a)이 形成되어 있다. 小枝梗 先端突出部는 大部分 厚壁組織으로 되어 있는데, 中心部에 維管束 組織

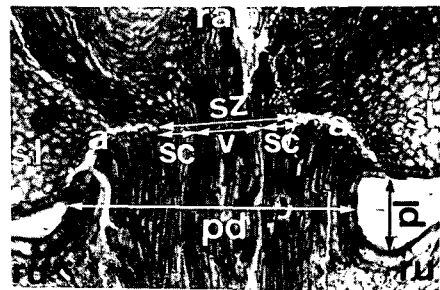


Fig. 3. Longitudinal section of the abscission region of rice grain (Sal Sare, X 160). Note; a: Abscission layer, pd: Diameter of protrusion at the top of pedicel, pl: length of protrusion at the top of pedicel, sc: Thickness of sclerenchyma at the abscission region, sl: sterile lemmas, sz: Diameter of supporting zone, ra: Rachis, ru: Rudimentary glumes, and v: vascular tissue.

(v)이 縱走하고 있으며 그 上端에서 分岐되어 護穎과 小穗軸으로 連結되어 있다. 離層組織은 周圍의 厚壁組織들과는 달리 細胞壁이 얇은 柔組織 細胞로 構成되어 있으며 品種에 따라 登熟過程 중 崩壞되는 것이 있으나, 外測은 護穎 基部的 表皮 바로 안쪽으로부터 內測은 維管束 周邊까지 形成되어 있다. 離層組織이 形成되는 部位의 維管束 周邊에는 系統에 따라 두께의 差異는 있으나, 厚壁組織(sc)이 發達되어 維管束을 감싸고 있다.

Srinivas 등²⁴⁾은 印度型 벼들에서 離層組織은 登熟過程 중 거의 완전히 崩壞되므로, 벼알이 小枝梗 先端突出부와 接着되어 있는 部分은 中心 維管束組織(v)과 그 維管束組織을 둘러싸고 있는 厚壁組織(sc)이라 하여, 이들을 합하여 Supporting zone (sz : 벼알 附着部)이라 하였고, 벼알의 脫粒性程度는 벼알 附着部の 크기에 따라 左右된다고 報告하였는데, 이와 같은 現象은 收穫期에 離層組織이 崩壞되어 있는 우리나라 統一型 品種들¹⁵⁾ 및 아프리카 栽培벼(*Oryza glaberrima*)들에 있어서도 報告¹⁷⁾ 되어 있다. 또한 우리나라 統一型 品種들에서는 小枝梗 先端 突出部の 直徑과 引張強度 및 抗曲

強度와의 사이에도 높은 正의 相關關係가 認定되었으며,¹⁵⁾ 아프리카의 栽培벼 品種들에서는 中心 維管束 周邊의 厚壁組織의 두께와 引張強度 및 抗曲強度와의 사이에도 높은 正의 相關關係가 認定되었다¹⁷⁾고 한다.

따라서 본 연구에서는 벼알의 脫粒性程度와 깊은 關係가 있을 것으로 생각되는 벼알 脫落部位의 몇 가지 解剖形態學의 特性을 調査하였다.

벼알 脫落部位의 解剖形態學의 特性 (Table 3) :

벼알 脫落部位의 解剖形態學의 特性들은 같은 系統群에 屬하는 各各의 自生벼들 사이에도 약간의 差異가 있었으나, 系統群들 사이에도 差異를 보였다. 대체적으로 小枝梗 先端 突出部, 中心 維管束 및 벼알 附着部の 直徑과 中心 維管束 周邊의 厚壁組織의 두께 및 小枝梗 先端 突出部の 길이 등 모든 特性에서 長粒赤色種들이 短粒赤色種들, 短粒褐色種들 및 샤레들보다 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 長粒赤色種들은 벼알 脫落部位의 解剖形態學의 몇 特性들이 다른 系統群들과는 多少 相異한 것으로 나타났으며, 샤레들은 모두 粒型으로 볼 때 短粒種과 類似하였으므로, 우리나라 自生벼들을 長粒種과 短粒種

Table 3. Histological peculiarities of abscission region between pedicel and spikelet in the Korean red rice.

Group*	No. of var.	Diameter of protrusion at the top of pedicel (μm)	Diameter of central vascular tissue (μm)	Diameter of supporting zone (μm)	Thickness of sclerenchyma tissue (μm)	Length of protrusion at the top of pedicel (μm)
L-R ¹⁾	12	363± 8.1**	89±2.5	246± 8.5	78± 4.4	347±29.8
R-R ²⁾	33	326± 3.9	80±1.1	193± 2.8	57± 1.2	176± 7.9
R-B ³⁾	32	316± 3.2	78±0.9	200± 9.2	61± 4.5	156± 7.0
Sare ⁴⁾	5	313±11.5	76±3.3	178±41.2	51±18.7	102±11.0
Total	82	327± 2.9	80±0.8	203± 5.0	61± 2.3	189± 9.6

* See Table 1.

** Mean±S.E.

Table 4. Correlation coefficients between degree of grain sheddings and histological peculiarities in the Korean red rice.

Group	No. of var.	Diameter of protrusion at the top of pedicel	Diameter of central vascular tissue	Diameter of supporting zone	Thickness of sclerenchyma tissue	Length of protrusion at the top of pedicel	
Breaking tensile strength	Long grain	12	-0.6581*	-0.5570	0.6016*	0.7754**	-0.8025**
	Round grain	70	0.2785*	0.1179	0.6670***	0.6812***	0.0441
	Total	82	0.0219	-0.0464	0.5278***	0.5568***	-0.2137
Breaking bending strength	Long grain	12	-0.5203	-0.4157	0.7007*	0.8238**	-0.6573*
	Round grain	70	0.3536**	0.2283	0.7879***	0.7914***	0.0835
	Total	82	0.2029	0.1202	0.7259***	0.7548***	-0.0266

*, **, ***; Significant at 5%, 1% and 0.1% probability level respectively.

으로만 區分하여 벼알 脫落部位의 諸 特性들과 引張強度 및 抗曲強度와의 相關關係를 調査하였다.

벼알 脫落部位의 諸 特性들과 脫粒性程度와의 相關關係 (Table 4) : 長粒種들에 있어서는 벼알 附着部の 直徑과 引張強度 및 抗曲強度間, 中心 維管束 周邊의 厚壁組織 두께와 引張強度 및 抗曲強度間에 各各 有意한 正의 相關關係가 認定되었으며, 小枝梗 先端 突出部の 길이와 引張強度 및 抗曲強度間에는 有意한 負의 相關關係가 認定되었는데 比해, 短粒種들에 있어서는 벼알 附着部の 直徑과 引張強度 및 抗曲強度, 中心 維管束 周邊의 厚壁組織 두께와 引張強度 및 抗曲強度와의 사이에는 各各 有意한 正의 相關關係가 認定되었고, 小枝梗 先端 突出部の 直徑과 抗曲強度間 및 引張強度와의 사이에도 有意한 正의 相關關係가 認定되었다. 그러나 全體적으로 보면 벼알 附着部の 直徑 및 中心 維管束 周邊의 厚壁組織 두께와 引張強度 및 抗曲強度와의 사이에는 有意한 正의 相關關係가 認定되었다.

이와 같은 結果로 보아, 長粒種들과 短粒種들 사이에는 벼알의 脫落에 影響을 미치는 要因이 약간 다를 것으로 推測되었으나, 重要한 要因으로서 는 벼알 附着部の 直徑과 中心 維管束 周邊의 厚壁組織의 두께 등이 作用할 것으로 생각되며, 그 중 中心 維管束 周邊의 厚壁組織의 두께와 脫粒性程度가 더욱 密接하게 關聯되어 있을 것으로 생각되었다.

摘 要

우리나라 自生벼 蒐集 保存 系統들이 지니고 있는 優良 形質을 選拔하여 新品種 育種의 素材로 삼기 위하여, 우선 벼알과 小枝梗 사이의 引張強度 및 抗曲強度를 測定하여 自生벼들의 脫粒性程度를 分級함과 동시에 外國産 赤米들 및 우리나라 在來種, 統一型 및 日本型 등 主要 品種들과 比較하였으며, 自生벼들의 脫粒性이 강한 原因을 糾明하기 위하여 벼알 脫落部位에 形成되는 離層組織의 有無 및 崩壞性과 벼알의 脫粒性程度와 關聯이 있을 것으로 생각되는 벼알 脫落部位의 몇 가지 解剖形態學의 特性을 調査하였다.

그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 우리나라 自生벼들의 引張強度 및 抗曲強度는 外國産 赤米들과 비슷한 分布를 보였으며, 統一型 品種과 在來種 및 日本型 主要 品種들 보다는 弱한 것으로 나타났다. 自生벼들 중에서는 最近 蒐集된

“샤레”들이 가장 弱했다.

2. 우리나라 自生벼를 비롯한 모든 供試 品種에서 抗曲強度와 引張強度 사이에 높은 正의 相關關係가 認定되었다.

3. 우리나라 自生벼들 중 大部分은 小穗軸과 小枝梗 先端 突出部 사이에 離層組織이 形成되어 있었는데, 短粒赤色種 및 短粒褐色種들은 거의 모두 崩壞되지 않은 離層組織을 가지고 있었으며, 長粒赤色種 및 “샤레”들은 崩壞되는 離層組織을 가지고 있었고, 離層組織이 없는 自生벼들도 一部 포함되어 있었다.

4. 自生벼의 引張強度 및 抗曲強度는 離層組織이 崩壞되는 것, 離層組織이 崩壞되지 않는 것 그리고 離層組織이 없는 것 順으로 強하게 나타났다.

5. 自生벼들 중 長粒赤色種들은 小枝梗 先端 突出部の 直徑, 中心 維管束의 直徑, 벼알 附着部の 直徑 中心 維管束 周邊의 厚壁組織 두께 및 小枝梗 先端 突出部の 길이 등 벼알 脫落部位의 解剖形態學의 特性이 다른 自生벼들과 相異한 것으로 나타났다.

6. 自生벼에서 長·短粒種 모두 引張強度 및 抗曲強度와 벼알 附着部の 直徑 및 中心 維管束 周邊의 厚壁組織 두께와의 사이에는 各各 높은 正의 相關關係가 認定되었다.

引 用 文 獻

1. 嵐嘉一. 1974. 日本赤米考. 雄山閣. 東京. p 5-10.
2. Berlyn, P. G. and J. P. Miksche. 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. The Iowa State Univ Press. Ames, Iowa. p 35-53.
3. Diarra, A., R. J. Smith Jr. and R. E. Talbert. 1985. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. Weed Sci. 33 : 310-314.
4. 江幡守衛. 1970. 脫穀機による水稻の脫粒. 日作東海支部梗概 57 : 27-30.
5. 浜田秀男. 1956. 日本赤米の分布とその形質. 日作記 24 : 147-148.
6. 原史六. 1942. 朝鮮に於ける 一印度型稻の殘存. 農及園 17 : 705-712.
7. Heu, Mun-Hue. 1989. Weed rice “Sharei” showing closer cross-affinity to Japonica type.

- Rice Genetics News Letter 5 : 72-74.
8. Hoagland, R. E. and R. N. Paul. 1978. A comparative SEM study of red rice and several commercial rice (*Oryza sativa*) varieties. Weed Sci. 26 : 619-625.
 9. Hu, C. H., K. N. Kao and C. C. Chang. 1964. Histological and genetic studies on shedding and lodging habits of rice plant. Bot. Bull. Acad. Sinica 5 : 170-180.
 10. Inouye, J., Il-Doo Jin and Vo-Tong Xuan. 1990. Degree of grain shedding and histological peculiarity of abscission region of floating rice and companion weed rices in the Mekong Delta. Japan. J. Trop. Agr. 34 : (in print)
 11. Islam, Q. R., H. Hakoda and J. Inouye. 1989. Grain shedding of Bangladesh deepwater rice. Japan J. Trop. Agr. 33 : 81-87.
 12. 伊藤健次・井之上準. 近井謙二. 1969. 作物における種子の脱落に関する研究 - 水稻の脱粒性の難易の測定法について - . 日作記 38 : 247-251.
 13. 陳日斗・井之上準. 1981. 韓國の日印交雜水稻品種の脱粒性程度について. 日作記 50 : 181-185.
 14. _____・_____. 1982. 韓國の日印交雜水稻品種における脱粒性程度と離層組織の關係. 日作記51 : 43-50.
 15. _____・_____. 1982. 韓國の日印交雜水稻品種における脱粒性の品種間差異と小枝梗の内部形態の關係について. 日作記 51 : 271-275.
 16. _____・_____. 1985. イントネシア産イネのbuluとtjereh群における脱粒性, 離層組織およびエステラーゼ同位酵素遺傳子型の關係について. 日作記 54 : 373-378.
 17. _____・_____. N.Q.Ng. 1990. クラベリマイネ (*Oryza glaberrima* Steud.) の脱粒性程度と離層組織についての予備調査. 日作記 59 : (인쇄중)
 18. _____・寺尾寛行・井之上準. 1982. アシアの栽培稻における離層組織の崩壊性について. 日作記 51 : 542-545.
 19. 姜希孟. 1482. 衿陽雜錄.
 20. 金在鐵. 1989. 우리나라에 自生하는 赤米種 (“사레벼”)의 生理生態的 特性 및 栽培벼와의 競合. 1. 赤米種 (“사레벼”)의 발아, 生育 및 形態, 物質生産能力. 農試論文集(水稻篇) 31(3) : 34-52.
 21. 金在鐵. 1989. 우리나라에 自生하는 赤米種 (“사레벼”)의 生理生態的 特性 및 栽培벼와의 競合. 2. 赤米種 (“사레벼”)과 栽培稻와의 競合特性. 農試論文集(水稻篇) 31(3) : 53-66.
 22. 李東右・洪有基・金在鐵・金永浩. 1983. 赤米 (自生稻, 俗名 “사레벼”)의 生態的 特性 및 벼와의 競合要因. 韓雜草誌 3 : 143-150.
 23. 向坂 幾三郎. 1916. 米祖について. 朝鮮農會報 11(11) : 2-7.
 24. Srinivas, T., M.K. Bhashyam and H.S. Desikachart. 1979. Histological peculiarities at the region of attachment of grain stalk associated with the shedding quality of rice. Indian J. Agri. Sci. 49(2) : 78-81.
 25. 竹内 敏雄. 1922. 水稻の子實脱落に関する調査報告. 臺灣總督府 中央研究所 農業部報告 8 : 1-31.
 26. 近井謙二・西谷寛昭. 1976. 水稻品種の脱粒性程度とその分級. 農業技術 31 : 171-173.
 27. Woods, D. L. and K. W. Clark. 1976. Preliminary observation on the inheritance of non-shattering habit in wild rice. Can. J. Plant Sci. 56 : 197-198.
 28. 山崎義人. 1928. 稻の脱粒性に関する研究. 滿洲日報社. 大連. p 1-48.
 29. 顔吉甫. 1978. 水稻離層組織解剖學與統計遺傳學之深討. 中華農學會報 101 : 18-26.
 30. Zee, S. Y., B. S. Vergara and T. M. Chu. 1979. Abscission layer in the rice pedicel. IRRN 4(6) : 5-6.