

# 水稻品種의 萎凋現象과 生理 및 形態解剖學的 構造와의 關連性에 관한 研究

第2報 維新벼의 萎凋現象發生과 形態解剖學的 構造와의 關係

李 鍾 薰

作物試驗場

## Relationships of Physiological Activity and Anatomical Structure to the Wilting Phenomena in Rice Plant

2. Relationships between the anatomical structure and wilting  
phenomena of rice variety "Yushin"

Lee, Jong Hoon

*Crop Experiment Station, Suweon, Korea*

### ABSTRACT

One of the physiological disease, sudden wilting of Yushin variety suggested that low sunlight, excessive nitrogen application, and highly reduced soil condions either singly or combined, might be possible causes of the disorder.

Some visual symptom of sudden wilting are discoloration of leaves, development of nodal roots above the soil surface, total root rot, and lodging. Those observations led to the hypothesis that suffocation of root tissues was a direct cause of the wilting. The oxygen transport characteristics of Yushin, IR262 and Tongil were examined by two methods.

First, Soil-cultured plants of the three varieties were subjected to paraffin treatment to decrease the oxygen supply from the air to root tissues through the soil-water system, liquid paraffin was applied to the water surface in the pots at panicle formation stage. In this experiment, sudden wilting was observed of Yushin and IR262 at about a week after the treatment, but Tongil remained green and healthy. Wilting-resistant variety Tongil had higher oxygen release, whereas the susceptible Yushin and IR262 had lower oxygen release.

Second, the number and size of the air spaces in each internode were investigated in the 5th internode from the top, all three varieties have a similar number of air spaces, although the air spaces of Thongil were larger. In the 4th internode, Tongil had plenty air spaces, Yushin and one of the Yushin's parents IR262 had scanty or none. The observations indicated that the ability of Yushin and IR262 for oxygen transport is very limited compared with that of Tongil.

The limited oxygen supply due to poor development of air space in internode of rice plants may cause suffocation of root tissues, weaken metabolic activity of the tissues, and induce root rot, subsequently inducing sudden wilting and lodging under unfavorable weather, soil and cultural conditions.

### 緒 言

水稻品種 維新의 萎凋現象 發生의 再現性과 주된 發生要因에 대하여는 第1報<sup>20)</sup>에서 報告한 바와 같이 窒素過剩施用과 日射量不足(遮光)임은 生理的인 면에서 明白히 밝힌 바 있다.

그런데 어째서 이같은 急性萎凋現象이 唯獨 維新 品種에서 激甚하게 發生하는 것인지, 만일 이같은 異常障害現象의 品種間抵抗性的의 差異가 存在한다고 하면 誘發된 障害現象 以前에 生理的인 機能을 左右

하는 形態解剖學的인 組織構造에 品種間差異가 있는 지 또는 없는지에 대한 疑問에 부딪칠 수 있는 것이다.

水稻는 本來 酸素가 不足한 湛水狀態인 籾條件에서 適應하여 生育할 수 있도록 稻體內 通氣組織(lysigenous aerenchyma)이 發達하여 있다는 많은 研究者들의 報告가 있다.<sup>1, 3, 6, 17)</sup> 또한 Raalte(1941)<sup>23)</sup>를 비롯한 다른 研究者들에 의해 水稻는 他作物에 比하여 地上部의 莖葉部로부터 根部로 發達된 通氣組織을 통해 酸素의 供給이 活潑히 이루어지고 있음을 確認하였다.<sup>4, 10, 14, 24)</sup>

또한 Joshi et al.(1973)<sup>5)</sup>은 水稻 生理病으로 불리는 Straighthead(SH)나 Mild Sulfide Disease(MSD)에 대하여, Armstrong(1969)<sup>5)</sup>은 赤枯病(Akagare)에 대하여, Goto et al(1957)은 秋落現象(Akiocchi)에 대하여 抵抗性品種은 뿌리로부터의 酸素의 放出이 非抵抗性品種에 比해 顯著히 많아서 이들 生理障害(Physiological disorder)의 抵抗性程度와 뿌리로부터의 Oxygen release와는 高度의 相關關係가 있다고 報告하였다.

위에서와 같은 文獻의 考察을 통해 水稻는 湛水還元條件에서 適應할 수 있는 酸素供給의 通氣組織이 發達되었다 하더라도 위에서 提示한 몇가지 生理障害病에 대한 抵抗性의 品種間差異가 存在하고 그것이 Oxygen release와 높은 相關이 있다면 酸素를 供給하는 通氣組織, 즉 形態形成(Morphogenesis)에 差異가 있을 것이라는 疑問을 提起할 수 있을 것이나 이에 대한 研究는 전혀 報告된 바 없다.

따라서 本研究은 維新에 發生한 萎凋現象이 生理障害로 나타난 結果 以前에 形態形成上의 差異가 存在하는 것인지를 明白히 함으로서 그 原因(cause)의 根源을 밝히고자 遂行한 바 그 結果를 여기에 報告하는 바이다.

本研究은 著자가 國際米作研究所(IRRI)에 研究 滯在中(1977. 12. 18~'78. 3. 31) 實施한 것으로 IRRI 生理學者 Dr. Yoshida Souich의 協力에 感謝의 뜻을 表하는 바이다.

## 材料 및 方法

### [試驗 1] 地上部로부터 뿌리로의 酸素供給能力的 品種間差異

供試品種으로는 遠緣交雜品種 "統一"과 萎凋現象 發生品種인 "維新" 및 "IR 262"(維新의 交配母本)를

使用했다. 處理方法으로는 1978年 1月 4日에 25日 苗를 3.8ℓ pot에 水耕栽培하였으며 水耕液은 IRRI 方法에 準하였다. 水耕液의 pH는 6.0으로 每日 午前 9時에 調整했으며 IRRI phytotron을 利用 29/21℃ 溫度下에서 實施하였다.

地上部로부터 通氣組織을 통해 供給되는 酸素의 뿌리로부터의 diffusion을 測定하기 위해서, 먼저 水耕液에 溶存되어 있는 酸素를 除去할 目的으로 Boiling한 후 N<sub>2</sub> gas로 saturation하였고 다시 測定코자 하는 減數分裂期直前과 出穗期에 水耕液의 水面上에 paraffin liquid를 cover하여 外氣로부터 酸素의 流入을 遮斷하고 뿌리로부터 水中에 放出된 酸素를 Oxygen monitor YSI Model 51을 가지고 測定하였다. 酸素測定過程에서 地上部(Shoots)의 環境을 여러가지로 變化시키면서 酸素放出量의 變化를 調査하였다. 한편 同一 水耕栽培한 試料에서 主要 生育時期別 發根力의 差異를 比較하기 위하여 根基部 5mm位로부터 뿌리를 切除하여 新根의 發根力을 調査하여 R/T Ratio의 關係를 檢討하였다.

### [試驗 2] 萎凋現象 發生과 形態解剖學的 構造의 品種間差異

供試品種은 試驗 1과 같으며 1978年 1月 1日 IRRI phytotron을 利用하여 30日 苗를 3.8ℓ pot에 3本 植으로 土耕栽培 하였다. 施肥量은 pot當 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 1.0-0.5-0.5g 基肥로 施用하였다.

處理方法은 移秧當時 土壤重量의 0.5%의 cellulose를 添加하고 出穗 27日 前(顯花分化期直前)과 出穗期 두 處理區로 區分하여 paraffin liquid를 pot 灌水面上에 5mm 두께로 cover하여 外氣로부터 酸素의 供給을 막아서 激甚한 根腐와 地上部의 萎凋現象을 誘發 再現을 試圖하였다.

한편 稻體의 組織解剖學的 構造의 品種間差異를 比較하기 위하여 登熟期에 主稈과 1次分蘖莖을 採取하여 地上部 各節位別로 節間(節部 1cm位)에 形成된 通氣組織(Lysigenous aerenchyma: Air space)과 養水分의 通導組織인 維管束(Bascular bundles)의 數와 크기를 Freezing microtom으로 section하여 檢鏡 調査 比較하여 試驗 1에서의 品種別 酸素供給能力과의 關連性을 檢討하였다.

## 結果 및 考察

### [試驗 1] 地上部로부터 뿌리로의 酸素供給能力的 品種間差異

維新의 萎凋現象은 窒素過剩施用+遮光으로 因한 根腐現象과 品種이 지니는 形態의 生理的 不良特性 등 複合要因에 의해 發生되는 것으로 報告하였다.<sup>20)</sup> 따라서 著者は 1977年 9月 IRRI의 physiologist Dr. Yoshida와 作物試驗場 試驗畝에서 發生된 維新의 窒素極多肥+遮光(50%)處理區의 萎凋現象을 觀察하고 그림 1과 같은 萎凋現象發生의 Provisional mechanism을 提示하였다. Provisional mechanism 中에서 他要因에 대하여는 기하 밝힌 바와 같으나, 品種要因에서 오직 維新만이 이같은 異常萎凋現象이 發生하는 것인지, 이것이 品種이 지닌 品種本來의 特性(Varietal Characteristics), 즉 稻體가 가지는 形態形成論(Morphogenesis)<sup>25, 26)</sup>에 立脚한 解剖學的 構造(Anatomical structure)의 差異에서 由來하는 것인지의 與否, 万若 그렇다면 이 特性이 어디서 導入된 遺傳的 特性인지를 明白히 한다는 것은 今後 育種過程에서도 重要하게 다루어져야 할 것으로 믿는다. 地上部로부터 뿌리로의 Oxygen diffusion의 品種

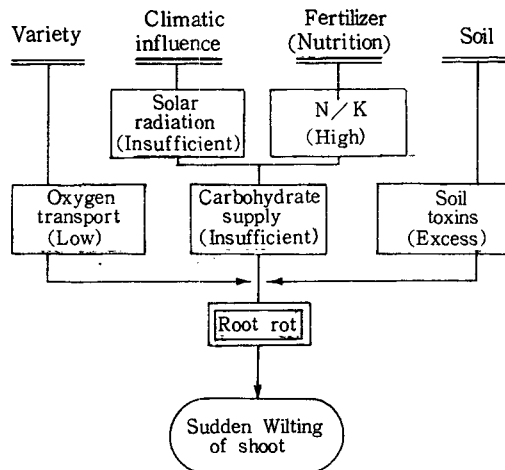


Fig. 1. Provisional mechanism for sudden wilting of rice variety "Yushin"

間差異: 水稻體內的 通氣組織의 發達은 湛水條件下에서의 適應能力을 나타내는 形態의 特性의 發現이며, 地上部의 氣孔으로부터 根部로의 酸素의 供給은

$O_2 \text{ } \mu\text{g} / \text{l} / \text{g} \cdot \text{D.W. root}$

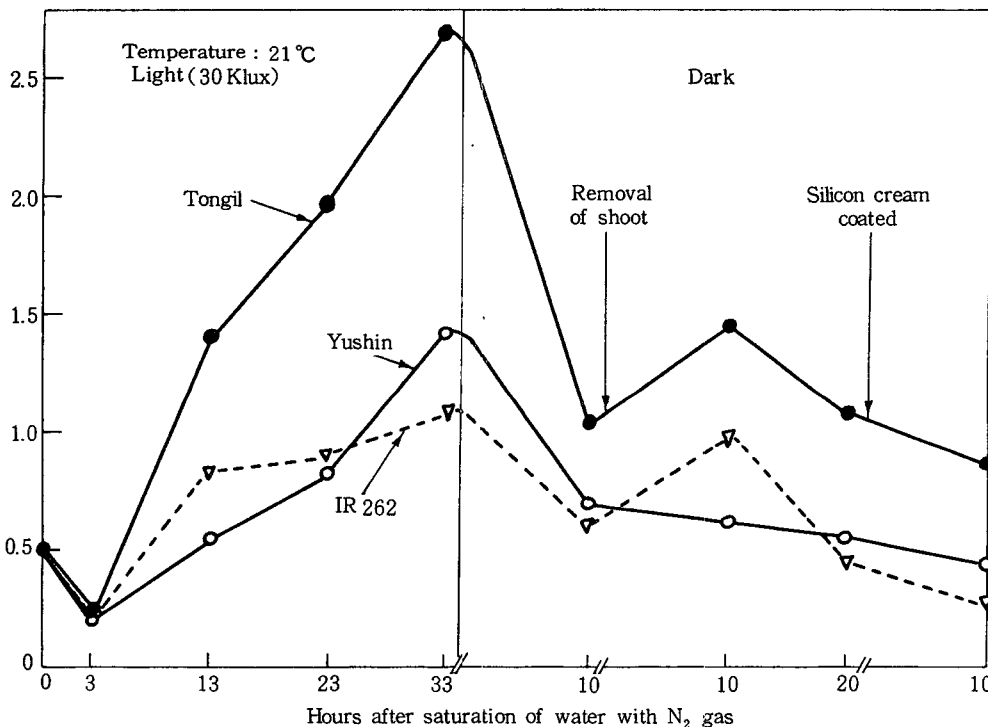


Fig. 2. Varietal difference in oxygen diffusion from shoot to root under various conditions (just before reduction division stage).

根의 呼吸과 生理的 活力을 維持시키는데 重要한 役割을 한다는 것은 많은 研究報告가 있다.

減數分裂期直前に 地上部로부터 通氣組織을 통해 供給된 酸素의 根部로부터의 放出量을 測定하기 위해 水耕液을 Boiling하고 다시 N<sub>2</sub>gas를 saturation시켜 溶存酸素量을 0.5 ppm까지 調節한 후 水面을 Paraffin liquid로 被覆하고 植物體를 옮겨 經時的으로 水耕液中 酸素量의 變化를 測定한 것이 그림 2이다. 明狀態(30 Klux)下에서 處理開始 3時間 後엔 0.200 mg/l/g·DW root까지 減少하였다(根部呼吸消費)漸次 增加하여 33時間後에는 統一은 2.721 mg로 가장 높고 IR 262가 1.083 mg로 가장 낮고 維新이 1.427 mg로서 品種間差異가 顯著함을 認定할 수 있었다. 그뒤 試料를 暗狀態로 變化시킴으로서 急激한 酸素의 減少를 보였으며, 그뒤 다시 地上部를 稈基部로부터 5 cm部位에서 切除한 바(通氣腔의 露出)輕微한 酸素量의 增加를 보였다가 漸減했으며, 이어서 切除部를 Silicon cream으로 完全密對하였던 바 더욱 減少하였다. 여기서 主要한 關心事는 地上部 環境變化에 따른 根의 Oxygen diffusion으로서, 明狀態에서 暗狀態로 變化시켰을 때 Oxygen diffusion이 急減한 것은 氣孔의 閉度<sup>2)</sup>, 光合成 不能으로 인한 酸素供給減少(光合成에서 生成되는 Oxygen은 通氣組織을 통해 根部로 供給)<sup>27)</sup>에서 오는 結果라고 解析 된다.

以上과 같은 環境變化(明→暗狀態)에 따른 Oxygen diffusion의 經時的인 品種間差異는 同一한 pattern을 보였으며, 이같은 品種間差異는 出穗期의 測定에서도 同一한 傾向이었다(그림 3).

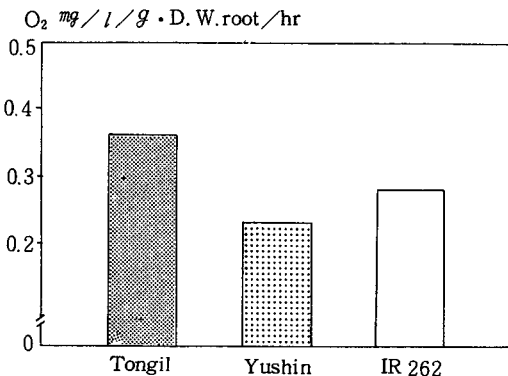


Fig. 3. Varietal difference in oxygen diffusion from shoot to root at heading stage (Measured at 6 hours after the saturation of N<sub>2</sub>).

즉 統一은 가장 많은 Oxygen diffusion을 보였으나 維新과 IR 262는 뚜렷이 적은 것으로 보아, 維新의 이같은 酸素供給能力이 낮은 것은 그 交配母本인 IR 262에서 由來된 生理的 特性으로 推定되며, 이것이 第1報에서 報告한 遮光下에서의 根活力 低下의 主要因임을 뒷받침하는 좋은 示唆라고 생각된다.

生育時期別 發根力의 品種間差異: 供試品種들의 生育時期別 地上部乾物重이 新根의 發根力에 미치는 影響을 그림 4에 表示하였다. 어느 生育時期에서나

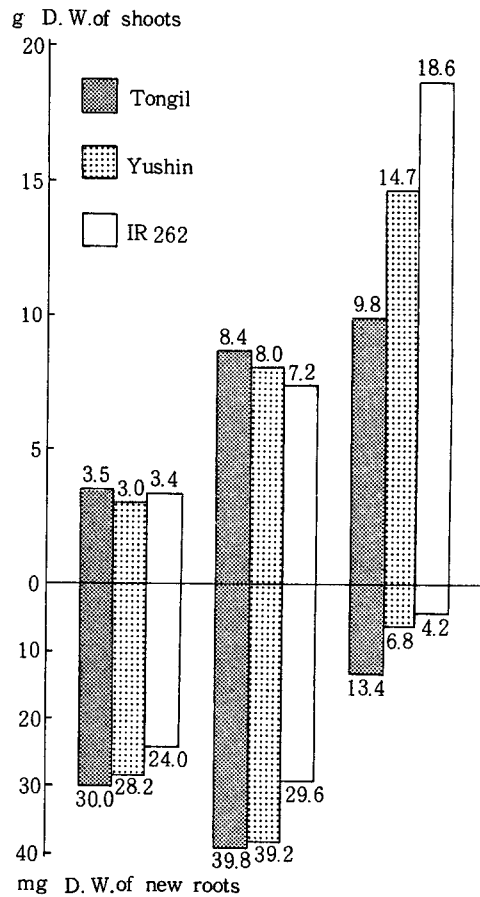


Fig. 4. Intervarietal differences of new rooting ability at different growing stage.

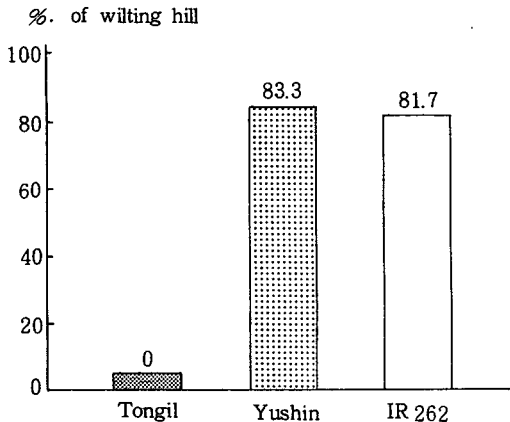
다같이 統一에서 新發根力이 가장 높고 維新, IR262의 順으로 뚜렷하게 낮았으며, 特別히 出穗期에 地上部乾物重이 가장 무거운 維新과 IR 262가 統一에 比較하여 新發根力이 顯著히 떨어지고 있음을 認定할 수 있다. 이같은 理由에 대하여는 地上部의 生理的인 分析이 이루어지지 않아서 明白히 指摘할 수는 없으

나 根의 外觀上 形質을 보면 統一에 比해 이들 品種이 新根의 發生(根數) 및 伸長(根長)이 떨어져 分岐根도 적은 것으로 보아 Kono and Yamada(1969)<sup>18)</sup>가 指摘한 皮層崩壞의 發達(破生의 細胞間隙: 通氣組織)은 根抽의 伸長과 側根發育의 Energy 供給系로서의 意義를 갖는 다는 點과, 그림 2에서의 地上部로부터의 通氣系(Air passage system)를 통해 根部로 供給되는 Oxygen diffusion과 關連性이 있는 것이 아닌가 생각되었다.

**(試驗 2) 萎凋現象 發生과 形態解剖學的 構造의 品種間差異**

試驗 1에서 地上部로부터 通氣組織을 통한 根部로의 酸素供給 能力이 品種的인 特性이라고 한다면, 酸素의 通氣를 위한 稈(節間과 節部)에 形成되는 破生通氣組織(Lysigenous aerenchyma: Air space)<sup>13)</sup>의 發達の 品種間差異의 有無를 確認할 必要性이 있었다.

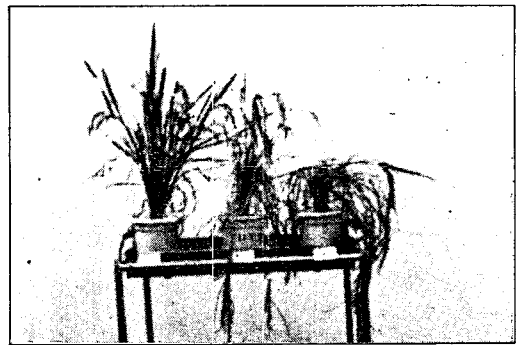
根圈培地의 酸素供給制限法에 의한 萎凋現象發生의 品種間差異: 萎凋現象의 發生要因을 急激한 根機能의 低下에 focus를 맞추어 土壤中에 酸素供給을 制限하는 方法을 試圖하였다. 즉 穎花分化期直前(播種後 47日)에 灌溉水面上을 Paraffin liquid(5mm 두께)로 Cover하여 Soil-water system을 통해 뿌리로 供給되는 酸素를 制限한 바 處理한지 不過 1週日後



**Fig. 5.** Varietal difference in sudden wilting by treating on water surface with paraffin liquid about 5mm thick at panicle formation stage to decrease the oxygen supply from the air to root through the soil-water system.

부터 急性萎凋現象이 發生하기 始作하여 2週後에는 激甚한 萎凋를 일으켰다. 이같은 簡單한 處理로 生理障害(萎凋)가 再現된다고 하는 事實은 매우 興味로운 일이기 때문에 再次 反復試驗한 結果 어김없는 再現性을 確認할 수 있었으며, 이같은 再現性은 出穗期 處理에서도 確認할 수 있었다.<sup>19)</sup>

그림 5는 Paraffin liquid 處理에 의한 萎凋現象發生의 品種間差異이다. 統一은 健全한 모습인데 比해 維新과 그 交配母本인 IR 262는 甚한 萎凋로 莖葉이 褪色되어 挫折되고 있음을 그림 6으로 確認할 수 있을 것이다.



**Fig. 6.** varietal difference of sudden wilting occurred paraffin liquid treatment on water surface.

이와 같은 處理方法은 앞으로 育種過程에서 새로운 生理障害의 檢定方法으로도 充分히 利用될 수 있는 것으로서 最近 萎凋現象에 대한 品種抵抗性 檢定法으로 實際 適用하고 있음을 첨언해 둔다.

稈內 通氣組織(通氣腔: Air space) 發達の 品種間差異: 稻體內 通氣組織은 葉身, 葉鞘, 莖(節間) 및 根에 皮層崩壞로 形成된 破生通氣組織으로 發達되어 通氣系(Air passage system)를 이루는데, 作物의 耐濕性의 強弱과 酸素의 通氣組織을 통한 根部로의 供給과의 關係<sup>1, 9, 21, 22)</sup>, 生理病(Physiological disorder)에 대한 品種抵抗性의 強弱과 酸素의 通氣組織을 통한 根部로의 供給과의 關係에는 密接한 關係가 있다는 報告<sup>5, 11, 15)</sup>는 있으나, 酸素의 供給器官인 通氣組織, 즉 生理的인 障害를 誘發하는 酸素(生理障害誘發源)의 輸送器官으로서의 "carrier" 自體의 數나 크기에 對한 品種間差異를 調査하여 品種의 抵抗性과 關連하여 研究한 것은 없다.

다시 말해서 生理障害를 일으키게된 根源의인 追

求, 形態形成論(Morphogenesis)으로 본 形態解剖學的 構造(Anatomical structure)의 品種間差異에 대한 研究가 앞서야만 할 것이다. 더욱 植物의 形態學은 生理學과 不可分의 關係에 있음을 力說한 G. Haberlandt(1914)<sup>2)</sup>의 生理解剖學(physiological anatomy)에 立脚한 分析이 切實히 要請되었다.

위에서와 같은 追求에서 供試品種들의 地上部 伸長節間을 檢鏡함으로써 興味로운 事實을 發見할 수 있었다. 表 1에서 보는 바와 같이 統一은 上位로부터 4節間에서 通氣腔(Air space)이 顯著하게 發達

**Table 1.** Varietal difference in number and size of air space in internode of rice plant (at ripening stage).

| Variety | Internode position from the top |     |     |     |     |                        |       |
|---------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|------------------------|-------|
|         | Numbers                         |     |     |     |     | Size(mm <sup>2</sup> ) |       |
|         | 1st                             | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 4th                    | 5th   |
| Tongil  | 0                               | 0   | 0   | 31  | 31  | 0.017                  | 0.075 |
| Yushin  | 0                               | 0   | 0   | 2   | 29  | starting develop       | 0.046 |
| IR 262  | 0                               | 0   | 0   | 0   | 31  | 0.000                  | 0.045 |

되어 있었으나 維新과 IR 262는 거의 發見할 수 없었으며, 그보다 1節下位인 5節間에서는 어느 品種에서나 顯著한 發達을 보였으나 그 크기(size)에 있어서는 統一에서 크고 維新과 IR 262에서 작은 것을 確認할 수 있었다(그림 7).

**Table 2.** Varietal difference in number and size of vascular bundle in internode of rice plant. (at ripening stage)

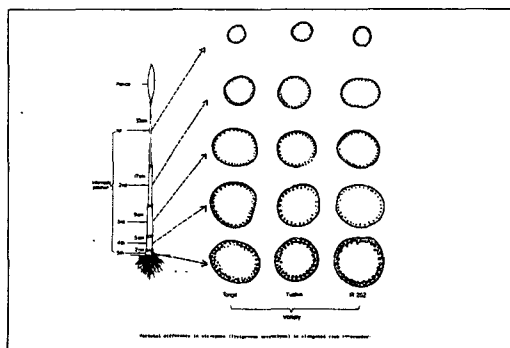
| Variety | Internode position from the top      |          |          |          |          |                        |       |       |       |       |
|---------|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
|         | Numbers                              |          |          |          |          | Size(mm <sup>2</sup> ) |       |       |       |       |
|         | 1st                                  | 2nd      | 3rd      | 4th      | 5th      | 1st                    | 2nd   | 3rd   | 4th   | 5th   |
| Tongil  | 23 <sup>1)</sup><br>24 <sup>2)</sup> | 35<br>32 | 36<br>35 | 36<br>34 | 36<br>34 | 0.009                  | 0.008 | 0.014 | 0.013 | 0.015 |
| Yushin  | 22<br>22                             | 36<br>34 | 35<br>32 | 33<br>30 | 33<br>30 | 0.016                  | 0.014 | 0.017 | 0.023 | 0.028 |
| IR 262  | 25<br>25                             | 37<br>34 | 37<br>33 | 37<br>32 | 39<br>32 | 0.014                  | 0.012 | 0.018 | 0.026 | 0.028 |

1) Smaller vascular bundle located in the outer circles.

2) Larger vascular bundle located in the inner circles.

維管束이 吸收된 養水分의 供給 傳達의 機能을 가지고 있다면 그 크기의 大小는 必然的으로 養水分의 吸收, 供給, 傳達能力과 密接한 關係가 있을 것이라는 推定이 可能할 것으로 본다.

특히 維新이 實際 試驗圃場에서나 農家畝에서 統



**Fig. 7.** The number and size of the air spaces in each internodes.

따라서 維新과 IR 262의 地上部로부터의 酸素의 根部로의 供給不足은 通氣組織의 發達 低下에서 오는 結果로서 形態解剖學的 構造의 發達不良으로 믿어 疑心치 않으며, 維新의 이같은 通氣組織의 發達에 關連되는 特性은 그 交配母本인 IR 262에서 由來된 것으로서 系譜育種(Genealogical breeding)의 重要性을 示唆해 주는 것으로 생각된다.

다른 한편 通氣組織을 檢鏡하는 中에 새로운 觀心事는 養水分의 吸收·轉移의 通導組織인 維管束(Vascular bundle)이다. 즉 그 數에 있어서는 큰 差異가 없으나 그 크기에 있어서는 維新과 IR 262가 統一에 比하여 顯著히 크다는 事實이다(表 2).

一에 比하여 生育이 빠르고 乾物重의 增加速度가 크다는 것을 確認할 수 있었으며, 이같은 事實은 維新이 正常的인 環境(日射量), 合理的인 栽培管理(N, K<sub>2</sub>O의 均衡施肥, 微低한 水管理)下에서는 萎凋現象도 發生치 않을 뿐 아니라 보다 安全多收穫이 可能

하다는 좋은 特性으로 解析 된다.

以上の 結果를 綜合, 著者는 維新과 같은 特定品種이 지니는 萎凋現象, 즉 特定不良環境下에서의 生理病(Physiological disorder)은 그 發生現象이 根源的으로 生理的인 것이기 以前에 形態解剖學的 構造(Morphological and anatomical structure)의 遺傳的 差異에 “原因”(Cause)이 있는 것으로 보며, 그 萎凋現象의 發生自體는 二次的인 原因인 生理的 障害의 “結果”(Physiological result)로서 나타난 것이라고 結論지을 수 있을 것이다.

이같은 事實은 아마도 生理病이라고 불리워진 Akioch<sup>8)</sup>(秋落現象에 의한 減收程度는 胡麻葉枯病罹病 程度의 品種間差異 보다 根腐程度의 品種間差異가 크다는 點), Akagage<sup>7)</sup>(赤枯病 抵抗性的의 品種間差異는 水稻體의 全炭水化合物含有率 또는 酸加水分解多糖類 및 澱粉含有率과 高度의 負相關이 있어 赤枯抵抗性은 稻體의 呼吸基質의 含量과 關係가 있다는 點), Straighthead 및 Mild Sulfide Disease<sup>15)</sup>(非抵抗性品種은 抵抗性品種에 比하여 낮은 Oxygen release 와 높은 nutrient absorption을 가진다는 點) … 등의 Resistant, Susceptible Variety도 같은 類型(Morphogenesis의 品種間差異)에 原因이 있는 것이 아닌가 疑問을 提起하면서 今後의 研究에 期待하며, 以上과 같은 點으로 미루어 研究方向은 보다 새롭고 폭넓은 問題意識 밑에서 各分野間的 緊密한 情報交換 및 協同下에 이루어져야만 할 것으로 믿어 의심치 않는다.

## 摘 要

前報에서 水稻의 急性萎凋現象의 發生은 生理的으로 日射量의 不足, 窒素過剩施用 및 不合理한 栽培管理에 의한 極甚한 土壤還元條件 등이 單獨 또는 複合되어 일어나는 生理的 障害로서 誘發 可能性을 提示하였다.

本 研究는 維新과 維新의 交配母本인 IR 262와 比較品種으로 統一을 供試하여 根機能과 關係가 있는 酸素의 地上部로부터 根部로의 供給能力의 品種間差異와 酸素의 通氣를 위한 解剖學的 構造(Anatomical Structure)로 본 通氣組織(Lysigenous aerenchyma: Air Space)의 發達の 品種間差異를 調査檢討하여 萎凋現象의 根源的인 原因(Cause)을 明白히 하고자 實施한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 維新의 萎凋現象의 發生은 品種, 日射量不足, 窒素過剩施用, 土壤의 還元 등 單獨 또는 複合要因

에 의해 誘發될 수 있다는 Provisional mechanism을 提示할 수 있었다.

2. 幼穗形成期 또는 出穗期에 Paraffin liquid를 灌水面上에 被覆하여 外氣로부터 根部로의 供給되는 酸素를 遮斷한 바, 處理 1週日後에 急激한 萎凋現象이 維新과 IR 262에서 發生하였으나 統一은 健全하였다.

3. 生育時期別로 뿌리를 切除한 뒤 水耕液中에서의 新發根力의 品種間差異를 보면 統一은 높은 發根力을 보였으나 維新과 IR 262는 顯著히 떨어졌다.

4. 地上部로부터 稈內 通氣組織(Lysigenous aerenchyma: Air Space)을 통해 供給된 酸素의 根部로부터의 放出量(Oxygen release)은 統一은 높은 放出量을 보였으나 維新과 IR 262는 顯著히 낮은 放出量을 보였는데, 이같은 傾向은 減數分裂期나 出穗期에 同一한 品種間差異를 認定할 수 있었다.

5. 外氣 및 光合成으로 生成된 酸素의 莖葉으로부터 根部로 供給되는 通氣組織인 各節間의 Air Space를 檢鏡한 바, 5節間에서는 3品種이 다같이 豊富하게 發達되었으나 그 크기에 있어서는 維新과 IR 262가 統一보다 顯著히 작았다.

6. 4節間에 形成된 Air Space는 統一은 豊富하게 發達되었으나 維新과 IR 262는 거의 發見할 수 없었다.

7. 한편 養水分의 通導組織인 維管束의 數는 3品種間 差異가 없었으나, 그 크기에 있어서는 Air Space와는 反對로 維新과 IR 262가 크고 統一에서 작았다.

8. 萎凋現象에 抵抗性이 弱한 品種은 酸素의 供給能力은 낮은 대신 養分, 특히 窒素의 吸收能力은 큰 特性을 지닌 것으로 推定된다.

9. 以上을 綜合하면 萎凋現象의 Susceptible variety는 節間에 形成되는 通氣組織의 發達不良으로, 不良한 氣象, 土壤 및 栽培管理下에서는 酸素의 供給能力이 弱하여 器官組織의 代謝能力이 弱해지고 根腐現象을 일으켜 뿌리組織이 窒息되어 일어나는 것으로서, 萎凋現象의 發生은 解剖學的 構造의 遺傳的 特性(Morphogenesis)이 主原因이며, 그로 인한 生理的 障害가 二次的인 要因으로 생각된다.

## 引用 文 獻

1. Arikado, H. 1955. Studies on the development of the ventilating system in relation to the tolerance

- against excess moisture injure in various crop plants. VII. Ecological and anatomical response of barley and some forage plants to flooding treatment. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 24:53-58.
2. Arikado, H. 1956. Studies on the development of the ventilating system in relation to the tolerance against excess moisture injure in various crop plants. VII and VIII. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 24:289-295.
  3. Arikado, H. 1960. Studies on the development of the ventilating system in relation to the tolerance against excess moisture injure in various crop plants. XII. Comparative studies on the gas content and oxygen concentration in the roots of lowland and upland plants. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 29:229-233.
  4. Armstrong, W. 1967. The use of polarograph in the assay of oxygen diffusion from roots in anaerobic media. *Physiol. plant.* 20:540-553.
  5. Armstrong, W. 1969. Rhizosphere oxidation in rice. An analysis of intervarietal differences in oxygen flux from the roots. *physiol. plant.* 22:296-303.
  6. Armstrong, W. 1971. Radial oxygen losses from intact rice roots as affected by distance from the apex, respiration and waterlogging. *physiol. plant.* 25:192-197.
  7. 馬場尙, 高稿保夫, 岩田岩保, 田島公一, 1956. 水稻の赤枯病に関する栄養生理的研究. 第三報. 水稻品種の窒素代謝, 炭水化物代謝並に無機栄養と赤枯病発生との關係. 日作紀. 25:13-14.
  8. 馬場尙, 1958. 水稻の胡麻葉枯病及び秋落の發生機構に関する栄養生理的研究. 農技研報 D. 7:1-197.
  9. Barber, D. A., Ebert, M., and Evans, N. T. S. 1962. The movement of  $^{15}\text{O}$  through barley and rice plants. *J. Exp. Bot.* 13:397-403.
  10. Glasslone, V. F. C. 1942. Passage of air through plants and its relation to measurement of respiration and assimilation. *Am. J. Bot.* 29:156-159.
  11. Goto, Y., and K. Tai. 1957. On the differences of oxidizing power of paddy rice seedling roots among some varieties. *Soil plant food.* 2:198-200.
  12. Haberlandt, G. 1914. *Physiologische Pflanzenanatomie.* Macmillan, London.
  13. 星川清親, 1975. イネの生長(解剖圖説). 農漁文協. 131-156.
  14. Jensen, C. R., L. H. Stolzy., and J. Leley. 1967. Tracer studies of oxygen diffusion through roots of barley, corn and rice. *Soil Sci.* 103:23-29.
  15. Joshi, M. M., I. K. A. Ibrahim., and J. P. Hollis. 1973. Oxygen release from rice seedlings. *Physiol. Plant.* 29:269-271.
  16. Joshi, M. M., I. K. A. Ibrahim., and J. P. Hollis. 1975. Hydrogen Sulfide: Effects on the physiology of rice plants and relation to Straighthead Disease. *Phyto Pathology.* 65:1165-1170.
  17. Katayama, T. 1961. Studies on the intercellular spaces in rice(I). Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 29:229-233.
  18. Kono, Y., and N. Yamada. 1969. Studies on the developmental physiology of the cortical disintegration in rice roots. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 38:477-488.
  19. Lee, J. H., and S. Yoshida. 1978. Possible causes of a new physiological disorder of rice in Korea. *IRRI Newsletter.* Vol. 3(4):21-22.
  20. 李鍾薫, 尹鍾赫, 1980. 水稻品種의 萎凋現象와 生理 및 形態解剖學的 構造와의 關連性에 關한 研究. 1. 萎凋現象의 再現과 生理學的 研究. 韓作誌. 25(1):1-7
  21. Loehwing, W. F. 1952. *Iowa Academy of Science.* 38:71-72.
  22. Moorby, J., Ebert, M., and Evans, N. T. S. 1963. The translocations of  $^{14}\text{C}$ -labelled photosynthate in the soybean. *J. Exp. Bot.* 14:210-220.
  23. Raalte, M. H. Van. 1941. On the oxygen supply of rice roots, *Ann. Bot. Gardens Buitenzorg.* 51:43-47.
  24. Raalte, M. H. Van. 1944. On the oxidation of the environment by the roots of rice. *Ann. Bot. Gardens Buitenzorg. Hors. Serie.* 15-34.
  25. 清水正治, 1979. 作物の形態形成論. 養賢堂.
  26. Wardlaw, C. W. 1952. *Morphogenesis in plants.* Inc. London.
  27. Yamada, N., and J. Iyama. 1953. Study on the respiration of crop plants(3). Gas contained



within the rice plants with special reference to the gas in the root. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan. 21:197-198.

### SUMMARY

The previous paper suggested that low sunlight, excessive nitrogen application and highly reductive soil conditions, either singly or combined, might have caused the sudden wilting phenomena, i.e., one of the physiological disorder, in rice plant.

This studies were conducted to find out the basic causes of the sudden wilting phenomena of rice plant. Three rice varieties, Yushin, IR262 which is Yushin's parent, and Tongil, were tested to investigate varietal differences of oxygen transport characteristics from shoot to root and development of lysigenous aerenchyma; air space, by observation of anatomical structure.

The following results were summarized.

1. The provisional mechanisms of the sudden wilting phenomena were suggested that cultivars, low sunlight, excessive nitrogen application and highly reductive soil conditions, either singly or combined, might be possible causes of sudden wilting phenomena in Yushin.
2. To limit the oxygen supply from the air to root tissue, liquid paraffin was treated to the water surface in the pots at panicle initiation and heading stages. The sudden wilting phenomena was observed on Yushin and IR262 at about one week after liquid paraffin treatment, but Tongil remained green and healthy.
3. To find out the varietal differences of rooting ability, rice plants were grown in water-culture after cutting off the root at various growth stages. The rooting ability of Tongil was high, but

Yushin and IR262 were significantly low at each, tested stage.

4. The amount of oxygen released from the root tissue which was supplied from shoot through the lysigenous aerenchyma was high in Tongil and significantly low in Yushin and IR262.
  5. The number and size of air spaces in each internode were investigated. In the 5th internode from the top, all three tested varieties have a similar number of air spaces, although the size of the air spaces of Tongil were larger than Yushin and IR262.
  6. In the 4th internode, Tongil had plenty number of air spaces, but Yushin and IR262 had scanty or none.
  7. The number of vascular bundles were similar to three tested varieties, but the size of vascular bundles were reversed to the size of air spaces, i.e., Yushin and IR262 were larger than Tongil.
  8. It might be considered that wilting susceptible varieties had lower oxygen transport ability, but had higher nitrogen absorption characteristics.
  9. From the above results, the wilting susceptible varieties had limited oxygen supply due to poor development of air spaces in internodes of rice plants, and cause suffocation of root tissue, weaken metabolic activity of tissues and induce root rot under unfavorable weather, soil and cultural conditions. Therefore, the main causes of the wilting phenomena were the varietal differences of morphogenesis of anatomical structure, and additionally caused the physiological disorders under unfavorable conditions.
- Further investigations into air space and oxygen transport ability of rice varieties are under way. They may throw light on varietal difference for some known physiological disorders.