

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1報 萎凋現象의 再現과 그 生理的 研究

作物試驗場

李鍾薰·尹鍾赫

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

1. Reappearance of the Wilting Phenomena concerning to Physiological Aspects and Environment

Lee, J. H. and J. H. Yun

Crop Experiment Station, Suweon, Korea

ABSTRACT

In 1976, a newly released rice variety, Yushin, was planted in 300,000 ha of the 533,000 ha of cultivated total hecterage with new rice varieties. High productivity and quality were achieved by farmers around country. However, the wilting phenomena of Yushin occurred in some regions where were employed poor cultural management, and flowed sewage into the paddy field from industrial factories.

This study was identified some factors for the wilting phenomena of Yushin rice variety in morphological and physiological aspects. The Yushin variety showed greater internode elongation on low part of the stems that close related to lodge at heavier nitrogen levels, excessive number of spikelets per unit leaf blade weight i.e. higher sink/source ratio, and greater consumption of respiratory substrate by increased respiration rate of rice plant as compared with those of Tongil rice variety.

In physiological aspects, the Yushin variety was significantly declined root development and root activities under heavy nitrogen conditions. Yushin rice variety was decreased K_2O/N ratio,

carbohydrate content in stem of rice plant, and physiological root activities specially in low light intensity, 50% light interception plots.

Therefore, above factors were mainly promoted the wilting phenomena of Yushin rice variety.

緒 言

우리나라의 水稻品種育成은 1971年을 起點으로 世界 最初로 Indica×Japoraica遠緣交雜 育種法을 通한 耐病, 耐肥, 耐倒伏의 典型的인 短稈穗重型인 劃期的多收性 新品種 “統一”을 育成하는데 成功하면서, 水稻育種家들은 繼續하여 早生統一, 嶺南早生, 湖南早生, 密陽21號, 密陽23號, 維新, 水原251號, 水原258號, 來敬, 魯豐, 水原264號, 密陽30號...등 보다 改良된 良質 安全多收性 新品種을 育成하였으며, 1977년에는 이들 新品種들은 總栽培面積 120餘萬ha中 66萬ha에 擴大普及되고 1ha當 平均 畓 5.53 ton(벼 7.96 ton)의 收量을 生産함으로써 世界 最高의 收量을 記錄하였을 뿐 아니라 1975年以來 國民의 宿願이었던 米穀의 自給을 達成 持續化하게 되었다.

그러나 이들 新品種들이 農家に 擴大普及하는 가운데에는 어디서나, 누구든지 期待했던 높은 收量을 安全하게 生産할 수는 없었다.

1976年 新品種의 普及面積은 533천ha(전 재배면적의 43.9%)인데 그중 “維新”은 300천ha에 達했

으며, 栽培結果 大體로 多收性和 良質米로서 農民들에게 환영을 받았다. 그러나 全國的으로 都市나 工場에 隣接한 汚水流入畝, 窒素過多와 栽培管理 不良畝, 排水不良한 還元畝, 街路樹 밑 遮光畝, 早期落水畝...등에서는 전에 볼 수 없었던 急性萎凋現象이 發生하여 收量を 크게 減收시킴으로서 收穫을 앞둔 農民들에게 크나큰 失意를 안겨 주었다.

新品種인 維新에 發生한 急性萎凋現象의 特徵을 要約하면 ① 出穗後 15日頃부터 發生하는 境遇가 많다. ② 急激히 莖葉部가 脫水乾燥하여 靑枯症狀을 나타내고 漸次 灰褐色으로 變하면서 登熟이 不良한 狀態로 倒伏枯死한다. ③ 倒伏의 樣相은 稈基部로부터 15cm部位가 灣曲挫折하여 Zigzag로 倒伏한다. ④ 倒伏으로 꺾어진 節間을 切開하여 보면 淡黃褐色 또는 茶褐色(엷빛)을 띠고 있다. ⑤ 品種間에 發生程度가 顯著하게 다르며 주로 維新에 大發하였고 密陽23號에도 一部 發生하였다.

이같은 現象은 從來의 一般的인 倒伏과는 다른 特殊한 特徵을 보이는 것으로서 當該年度 作物試驗場의 窒素極多肥 施用區에서도 發生하였다.

本 研究은 急性萎凋現象이 어찌서 窒素極多肥區, 根腐畝와 같은 特定畝와 維新과 같은 特定品種에서 激甚하게 大發生하는 理由가 어디에 있는 것인지를 明白히 한다는 것은, 앞으로의 育種(交配母本選定) 및 栽培技術(農家普及)의 基礎, 活用に 큰 意義를 갖는 것으로 믿어 萎凋現象의 誘發 再現性을 通한 結果의 分析研究와 그를 基礎로 한 品種의 機能, 즉 生理的 組織解剖學的인 原因을 究明코자 實施하였으며 그 結果를 여기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1976~77 冬季 豫備試驗으로 溫室을 利用하여 原因究明試驗을 實施한바, 維新이 窒素多肥+50% 遮光處理區에서 萎凋現象이 發生되었던바 多角的인 綜合分析結果¹⁾ ① 單獨要因으로서 遮光, 早期落水, 多窒素 下加里欠乏은 各各 稈基重의 低下 및 뿌리 活力低下, 下葉枯死 및 登熟率低下 등으로 나타났으나 萎凋現象은 發生하지 않았으며 ② 複合要因으로서 窒素多肥+遮光處理가 稈基重의 顯著的한 低下, 뿌리의 發育不良 및 生理的 活力低下(根腐), 植物體의 K_2O/N 比低下로 出穗後 萎凋現象이 發生되었음을 確認할 수 있었다.

따라서 本 試驗은 萎凋現象의 誘發, 즉 再現可能

性을 窒素多肥와 遮光에 두고, 1977年 作物試驗場 畝作圃場에서 維新을 供試品種으로하여 表 1과 같은 處理方法으로 實施하였다.

Table 1. Experimental methods

Treatments	Fertilizer (kg/10a)		Shading
	N	K ₂ O	
1. Control	10	10	no
2. Heavy nitrogen	20	10	no
3. Heavier nitrogen	30	10	no
4. Heavier nitrogen + Shading	30	10	50% to natural (From 10 DAH)
5. Heavy potassium	10	20	no

主要한 栽培法으로는 保温折衷 못자리에 播種하여 6月 1일에 42日苗로 移秧하였으며 栽植密度는 30×15cm, 株當 3 苗植으로 하였다. 施肥量中 N, K₂O는 處理內容과 같으며, N는 基肥 50%, 分蘖肥 20%, 穗肥 20%, 實肥 10%로, K₂O는 基肥 70%, 穗肥 30%로 分施하였고 P₂O₅는 全量基肥로 施用하였다. 물 管理는 處理 4는 全期間 湛水狀態로 하되 乳熟期에 早期落水했고 其他 處理區는 標準管理에 準하였다.

調査方法에 있어서는 萎凋現象은 出穗後 經時的으로 調査하였으나 萎凋가 한포기 내에 發生하기 始作하면 3~4日 사이에 株全體가 完全萎凋함으로 成績에서는 出穗後 30日의 萎凋株率로 表示하였다. 뿌리의 生理的 活力은 山田·太田·中村(1961)의 α-Naphthylamine에 依한 根酸化力²⁾으로 表示하되 平均株의 根重과 相乘積하여 株全根의 量的酸化力으로 나타냈다. 植物體의 成分分析은 定法으로 實施하였으며 其他는 標準調査法에 準하였다.

結果 및 考察

本 試驗結果에 대한 考察에 앞서 維新品種이 지니는 形態의 特性中 一般的인 倒伏과 關連性이 깊은 下位節間의 特性과 養分, 特히 炭水化物的 生成 및 轉流, 蓄積과 關係가 깊은 Sink-Source와의 相互關連性을, 같은 遠緣交雜品種인 統一과 比較分析한 成績報告³⁾에 依하면 表 2에서와 같이 維新을 上位節間에 비해 下位節間이 相對的으로 輕한 아니라 窒素 增肥에 依한 伸長이 뚜렷하고 單位節間重도 顯著히 가볍다고 하는 것은 統一이 지니지 않은 變化된 維

Table. 2. The varietal difference in length and weight of the internodes at two nitrogen levels, 0 and 25 kg per 10 a in some rice varieties.

Item	Variety	Upper internodes (1st and 2nd)		Lower internodes (3rd to 5th)		Ratio (A/B × 100)
		Nitrogen		Nitrogen		
		0	25	0	25	
Length (cm)	Tongil	39.6	46.4	9.4	13.3	29
	Yushin	46.7	48.9	15.8	23.6	48
	Jinheung	52.7	62.4	15.2	25.2	40
Dry weight of average internode (mg/cm)	Tongil	4.2	3.4	19.8	18.5	—
	Yushin	3.5	4.0	10.2	11.3	—
	Jinheung	4.7	4.1	14.6	15.4	—

新的 特性으로서 窒素多肥條件下에서 倒伏을 助長하는 形態의 特性을 지닌것으로 解析되었다.

한편 同報告에서 同化生産器官인 莖身重(Source)과 收量受容器官인 穎花數(Sink)와의 關係, 즉 單位莖身重當 穎花數의 窒素增加에 依한 反應은 統一에 比하여 維新이 葉身重(Source)에 比해 穎花數(Sink)가 絶對的으로 많다는 品種의 特性을 지닌 것으로, 이는 뒤에 論할 萎凋現象과 間接的인 關連性이 있는 것으로 생각되어 參考에 보태고자 한다.

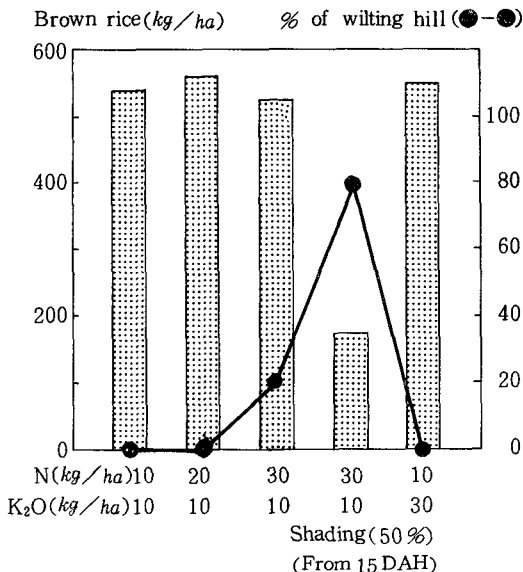


Fig. 1. Yield and degree of wilting of "Yushin" under different levels of N, K application and shading condition (1977).

1977年 實施한 圃場試驗에서 매우 興味로운 試驗 結果를 視察할 수 있었다.

그림 1에서 보는 바와 같이 急性萎凋現象은 窒素 10 a當 30 kg의 極多肥+ 50% 遮光區에서 놀라게도 77%의 激甚한 萎凋株率의 發生을 보이오(그림 2)

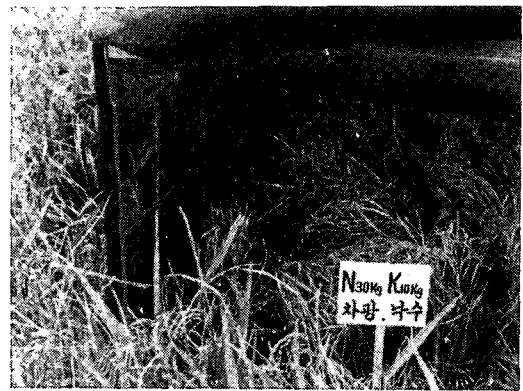


Fig. 2. Wilting phenomena reappeared under the heavier nitrogen and shading 50%

收量도 크게 減收되었으나, 遮光을 하지 않고 自然 光條件下 窒素極多肥區에서는 輕微한 發生率을 보였으며 其他 窒素 10~20 kg區에서는 全혀 發生을 認定할 수 없었다. 이와 같이 窒素多肥라는 單獨要因은 萎凋現象을 일으킬 수 있는 要件, 즉 稻體를 生理生態的으로 弱화시키는 要因으로 解析되며, 窒素極多肥에 遮光處理, 즉 日射量의 不足條件이 加重되는 複合要因에 依해 萎凋現象은 發生된다는 明白한 事實을 確認할 수 있었다.

위에서의 試驗結果와 關連하여 1976年에 全國的

으로 農家畝에서 大發生하였던 維新的 萎凋現象이 1977년에는 거의 發生하지 않았으며, 다만 作物試驗場 試驗圃인 窒素極多肥+遮光(50%)區에서만 激甚한 發生을 보았다는 事實은, 農民의 栽培管理技術이 1年사이에 完全 改善될 수는 없었다고 본다면 1976年과 1977年의 氣象의 相異性이 크게 影響했을 것으로 믿어졌다.

1976年과 1977年의 水稻栽培期間中 氣象要因中에서 눈에 띄게 큰 差를 보인 것은 日射量으로 表 3에서와 같이 1976年이 1977年에 比하여 稻作의 全期間을 통하여 日射量이 적었을 뿐 아니라 分蘖期와 8月인 出穗期를 前後하여 顯著히 적었고 그 絕對量도 $250 \text{ cal/cm}^2/\text{day}$ 前後의 日射不足量을 뚜렷하게 指摘할 수 있다.

이와 같은 日射量의 不足이 緒言에서 記述한 特定不良環境畝(汚水畝, 窒素過多畝, 土壤還元畝... 등)에 加重됨으로서 萎凋現象을 誘發한 가장 큰 要因이라는 것은 遮光試驗에서의 結果로서 充分히 뒷받침이 될 것이다.

한편 本 試驗에서 處理區間의 萎凋現象의 發生率

Table 3. Average daily solar radiation during the 1976 and 1977 cropping seasons in Suweon

Period		(cal/cm ² /day)		
		Year		B-A
		1976 (A)	1977 (B)	
June	Early	240	355	115
	Middle	220	475	256
	Late	281	386	105
July	Early	204	210	6
	Middle	232	312	80
	Late	308	387	79
August	Early	268	303	35
	Middle	229	257	128
	Late	308	387	79
September	Early	292	308	16
	Middle	313	331	18
	Late	329	359	30

Table 4. The effects of nitrogen, potassium levels and shading on root weight, activity and degree of wilting Yushin variety

Treatments	% of wilting hill	Dw. of root (g/hill)			Oxidation activity of α -Naphthylamine (τ /total F.W./hr)	
		15 days		15 days	15 days	
		before heading	heading	after heading	before heading	after heading
1. N 10, K 10	0	4.7	3.1	1.9	349	48
2. N 20, K 10	0.3	5.6	4.3	2.3	398	62
3. N 30, K 10	15	3.4	2.9	1.5	218	33
4. N 30, K 10 shading(50%)	77	2.8	1.8	1.2	185	31
5. N 10, K 20	0	4.9	3.6	1.9	363	67

과 뿌리의 機能 및 地上部의 無機成分含量과의 關係를 明白히 하고자 調査分析한 것이 表 4와 5이다. 表 4에서 株當 乾物重을 보면 出穗 15日前, 出穗期 및 出穗 15日後 大같이 N₂₀, K₁₀處理區에서 가장 많고 N₃₀, K₁₀處理區에서 크게 적고 N₃₀, K₁₀, 遮光區에서 顯著히 떨어졌는데 이는 窒素極多肥下에서 根發育의 抑制^{2, 4)}와 常時灌水에 依한 土壤還元에서 오는 根腐現象과 密接한 關係가 있다고 보며, α -Naphthylamine에 依한 全根의 生理的活力(酸化量)

도 N₃₀, K₁₀處理區에서 낮았고 N₃₀, K₁₀, 遮光區에서 顯著히 낮았다.

또한 倒伏과 關係가 깊은 地上部의 葉鞘과 稈의 N, K₂O 및 炭水化合物의 含量을 萎凋現象이 輕했던 N₃₀, K₁₀處理區, 激甚했던 N₃₀, K₁₀, + 遮光處理區, 全無했던 N₁₀, K₂₀處理區에 限하여 나타낸 것이 表 5이다. 萎凋現象이 激甚했던 N₃₀, K₁₀, 遮光處理區에서 N含量에는 他處理區와 大差가 없었으나 K₂O含量이 크게 낮아 K₂O/N비가 稈에서 특히 낮아서 正

Table 5. The effect of nitrogen, potassium levels and shading on mineral contents in aerial part and degree of wilting of Yushin variety. (Ripening stage: 30 DAH)

Treatment	% of wilting hill	N(%)		K ₂ O (%)		C ^{-h}		K ₂ O/N(%)	
		LS	C	LS	C	LS	C	LS	C-
3. N30, K10	15 (light)	1.14	1.02	0.65	2.44	19.8	19.4	57.0	239.2
4. N30, K10 shading(50%)	77 (Severe)	1.14	1.25	0.41	1.47	18.2	16.3	36.0	117.6
5. N10, K20	0	1.38	1.01	0.57	2.28	19.8	19.8	41.3	225.7

常區의 50%에 미치지 못하였으며, 炭水化物的 含量도 稈에서 뚜렷이 낮은 것을 알 수 있었다.

以上の 結果를 綜合해보면 統一系 新品種中 維新에서 萎凋現象이 大發生한데 대하여는 다음 두가지로 크게 나누어 發生可能性을 提示할 수 있다.

[品種的인 面]: 앞에서 記述한 바와 같이 炭水化物的 生産器官인 葉面積(Source)에 비해 炭水化物的 蓄積受容器官인 穎花數(Sink)가 過多하며 이같은 傾向은 窒素增肥下에서 더욱 顯著하다는 것. 下位節間의 伸長率이 窒素增肥下에서 他品種에 비해 顯著히 크다는 것. 水稻葉의 呼吸量에 미치는 窒素施肥量의 影響이 表 6에서와 같이 窒素多肥條件下에서 呼吸

Table 6. The effect of nitrogen on respiratory activity of leaf in rice plant⁷⁾

Variety	(QO ₂ μl/g, F. w/hr)		
	Nitrogen level (kg/10a)		
	0	20	40
	%	%	%
Jinheung	421(100)	503(119)	479(114)
Tongil	592(100)	626(106)	593(100)
Yushin	632(100)	774(122)	917(145)
Milyung# 23	503(100)	688(137)	791(152)

量은 一般的으로는 增大하는 것으로, 呼吸量이 增大한다는 것은 그 自體가 결코 나쁜 特性은 아니며 높은 生理活性에 基因하여 生産량을 增大시키는 것이나, 萬若 氣象條件이 不良하여 日照不足과 低溫 등의 異常이 있을 境遇에는 體內 消費量만을 增大하여 그 障害은 擴大될 可能性이 큰것인데 統一에 比하여 維新의 呼吸量이 窒素增肥에 依해 增加할 뿐 아니라 그 絶對量도 顯著히 높은 品種의 特性을 지니고 있다.

[生理的인 面]: 窒素의 過剩施用은 根의 發育伸長과 生理的인 活力을 低下시키고, 이에 遮光, 즉 日射量의 不足은 根의 機能을 加一層 뚜렷하게 低下시켰다.

遮光處理, 즉 日射量의 不足은 出穗期를 前後하여 光合成의 能力을 크게 阻害함으로써 稻體內 特히 葉鞘 및 稈內的 炭水化物 含量의 異常低下와 K₂O/N 比의 顯著한 低下를 가져왔다⁶⁾

따라서 水稻의 뿌리는 呼吸基質(炭水化物)을 貯藏하는 機能을 갖지 못함으로써 그때그때 地上部로 부터 糖의 形態로 供給받아 이를 基質로 呼吸作用을 하면서 여기서 얻어지는 Energy의 힘으로 養水分을 吸收하여 地上部로 供給하나, 위에서와 같은 窒素過肥에 依한 呼吸量의 增大, 日照不足으로 因한 稻體內 炭水化物的 異常低下는 根의 生理的 活力의 低下와 根腐를 이르고, 더욱 全生育期間의 湛水 및 排水不良, 汚水流入 등으로 因한 土壤還元(酸素不足)은 根의 活力을 加一層 低下시킨으로서 地上部の 萎凋現象을 일으키는 複合要因으로 解析되며, 특히 出穗後 乳熟期 早期落水는 萎凋現象을 急性化시키는 結果가 되는 것으로 생각된다.

摘 要

本 試驗은 新品種인 維新을 供試하여 窒素와 加里의 施肥水準을 달리하고 出穗後 遮光處理를 하여 急性萎凋現象의 發生을 再現시키고, 萎凋現象의 發生과 植物體內 無機成分의 含量 및 根의 生理的 活力과의 關連性을 明白히 함과 同時에 1976年에 全國의 維新品種에 大發生한 萎凋現象과 1977年에 전혀 發生이 없었던 氣象的인 要因을 比較 檢討하여 萎凋現象의 發生要因을 究明코자 實施하였다. 그 結

果를 要約하면 다음과 같다.

1. 維新品種은 窒素增肥에 依해 葉身重當 穎花數 (Sink/Source)가 顯著히 增加하고, 上位節間에 비해 下位節間의 伸長率이 뚜렷한 品種的인 特徵이 있다.
2. 維新品種은 窒素增肥에 따라 葉身の 呼吸量이 他品種에 비해 顯著히 增大하는 特性이 있음을 認定할 수 있었다.
3. 窒素極多肥(N₃₀, K₁₀)下에서 根發育과 根의 生理的 活力이 低下했으며, 窒素極多肥+遮光處理에서 더욱 顯著한 低下를 보였다.
4. 또한 窒素極多肥+遮光處理는 稻體內 葉鞘와 稈內的 K₂O含量을 低下시키고, 特히 稈內 K₂O/N比 및 炭水化合物의 含量을 明白히 低下시켰다.
5. 維新의 萎凋現象은 窒素極多肥區에서 輕微하게 發生하였고, 窒素極多肥+遮光 50% 處理區에서 激甚한 發生을 誘發 再現시킬 수 있었다.
6. 本 試驗結果로 미루어 1976年에 大發生한 維新의 急性萎凋現象은 稻作期間 日射量이 顯著히 不足했던 氣象的인 要因이 主要因이며, 農民의 窒素過剩施用이 萎凋現象을 助長하는 副要因으로 解析되었다.

引用 文 獻

1. 李鍾薰·李文熙·閔泰基, 1977, 萎凋現象 發生 再現 및 防除試驗. 農村振興廳, 農試研報, 103-115.
2. 李鍾薰·太田保夫, 1971, 水稻の地上部の形質におよぼす根の役割に關する研究. 第5報 施肥位置および施肥量のちがいが根と 地上部諸形質におよぼす形質におよぼす影響. 日作紀, 40(2):217-222.
3. 李鍾薰·尹鍾赫, 1977, 水稻葉身の 呼吸量에 미치는 窒素施肥量의 影響. 農村振興廳, 維新벼의 萎凋現象과 對策, 15-19.
4. 三井進午 1949 a. b. 水稻秋落の本質とその改良法(1,2). 農及園, 24:173-176, 245-247.
5. 魯泳德·李鍾薰·趙載英, 1977, 窒素施用水準에 따른 水稻品種別 生育 및 收量의 變異. 韓作誌, 22(2):1-17.
6. Suzuki, S. 1962, Studies on soil and water in rice plants. V. Study on the green wilting phenomena(Aokare) in rice plants. Technical organization of Agr., Forest, and Fish., Japan. 106-

113.

7. 山田登·太田保夫·中村拓, 1961, α -Naphthylamine による水稻根の活力診斷. 農及園, 36:1983-1985.

SUMMARY

Studies were conducted to determine some factors for the wilting phenomena of a rice variety, Yushin. In order to reappear the wilting phenomena, the different levels of nitrogen and potassium were applied under different shading treatment after heading. The relationships between mineral nutrients content and physiological root activities of rice plant were identified concern to the wilting phenomena of Yushin variety. On the other hand, the meteorological data in 1976 which was damaged seriously through out the nation by wilting, and in 1977 which was not accured, were compared to find out the factors of wilting phenomena. The results were summerized as follows:

1. The heavy nitrogen application was markedly increased number of spiklets per unit leaf weight, i.e. high sink/source ratio, and rate of elongation in lower part internodes were longer than that in upper internodes of rice variety Yushin.
2. The respiration rate of Yushin leaves were significantly increased compared with that of other varieties under heavy nitrogen application conditions.
3. Rooting ability and physiological root activities were decreased at heavy fertilizer (N-30Kg/10a and P₂O₅-10kg/10a) application to Yushin, Furthermore, heavy nitrogen application under shading treatment was more decreased the rooting ability and rooting activities.
4. The heavy nitrogen application under shading conditions were decreased potassium content in stems of Yushin, especially potassium and nitrogen ratio and carbohydrate content in stems were markedly decreased.
5. The wilting phenomena of Yushin was not so much serious at the heavy nitrogen application.

only, but at the some nitrogen application under shadding treatment was very serious.

6. This results indicated that serious wilting damage in 1976, firstly, insufficient solar radiation

during the rice growing period. Secondly, heavy nitrogen application at farmers field was accelerated the wilting damage.