

水稻生育에 對한 Ozone가스의 影響에 關한 研究

4. 水稻의 營養狀態와 Ozone가스被害

金 福 榮* · 李 淑 喜** · 金 萬 壽*

(1986. 11. 7 접수)

Studies on the Effects of Ozone Gas on Paddy Rice

4. Effects of Ozone Gas on Rice Growth at Different Nutrition Levels

Bok Young Kim,* Suk Hee Lee,** Maun Soo Kim*

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of ozone gas on paddy rice at the different nutrition levels. Jinjubyeo variety of rice plant was exposed to 0.3 ppm ozone gas for 3 hours. It was cultivated at three different application levels, optimum, -50%, and +50% of optimum of nitrogen, phosphorus, and potassium, respectively. After ozone gas fumigation, percentage of damaged leaf, malondialdehyde contents, activity of peroxidase, and nutrient contents of rice plant were observed.

The results obtained are as follows.

- 1) Percentage of damaged leaf was increased at the both additional 50% application of nitrogen and 50% reduction of potassium.
- 2) Malondialdehyde contents of leaves were increased with the ozone gas exposure.
- 3) Percentage of damaged leaf was increased at the lower level of K_2O/N ratio in leaves.
- 4) Nitrogen, phosphorus, and potassium contents in rice leaves were decreased with the ozone gas exposure.
- 5) The peroxidase bands on gel in electrophoresis were changed by the ozone gas exposure.

序 論

Ozone가스가 植物에 미치는 影響에 對하여는 많은

報告^{1),2),3),4)}가 있으며, 그 中 牧草에 Ozone가스와 亞黃酸가스를 接觸한 結果 Ozone가스가 亞黃酸가스보다 牧草의 品質에 影響을 더 주었다. 이때 蛋白質, 粗脂肪, 粗纖維 및 遊離糖含量을 減少시키고 灰分含量을

* 農業技術研究所(Agricultural Sciences Institute)

** 慶北農紀振興院(Gyeongbuk Office of Rural Development)

增加시킨다는 報告⁽⁶⁾가 있다. 水稻에 對한 Ozone가스의 感受性은 窒素의 施肥量이 增加함에 따라 增大되며 窒素施肥量增加에 따라 水稻體內 窒素含量이 增加된다는 報告⁽⁶⁾도 있다. 또한 水質汚染被害地에서 Ozone가스의 被害症狀이 發見되고 同被害地의 水稻體는 加里의 含量이 매우 不足되는 狀態로 나타나며 加里의 결핍症狀과 Ozone가스의 被害症狀이 區分하기 困難할 程度로 類似하게 나타나는 경우가 있다.

筆者等은 水稻의 營養狀態와 Ozone가스가 수도생육에 미치는 影響을 究明하기 爲하여 水稻 眞珠벼에 標準施肥와 窒素, 磷酸, 加里를 各各 50%減肥와 50%增肥하고 珪灰石을 300kg/10a 施用하여 栽培하고, Ozone가스를 接觸한 후 被害葉率, malondialdehyde含量, peroxidase의 電氣泳動패턴 및 無機成分含量을 調査하여 報告하는 바이다.

材料 및 方法

가. 供試作物栽培

熟沓土壤의 表土(表 1)을 風乾粉碎하여 小型 4角pot에 흙 1.0kg을 充眞하고 標準肥는 N:P:K=11:7:8kg/10a의 基肥에 相當하는 量인 尿素 1.59g, 重過石 2.02g, 鹽化加里 1.24g을 施用하였다. 窒素, 磷酸, 加里는 各區 共히 50%增肥區는 肥料量을 50%增施하고 50%減肥區는 50%減量施肥하였다. pot當 眞珠벼 8粒씩을 直播하여 1個月後에 3株는 숙아내고 5株만 남기었다. 追肥로는 窒素와 加里를 標準區에 尿素 0.95g, 鹽化加里 0.53g을 施用하였으며, 各區에 50%增肥區는 標準區의 50%를 增施하고 減肥區는 50%를 減量施肥하였다.

나. 가스發生 및 接觸

가스發生 및 接觸方法은 第1報⁽⁷⁾와 同一하며 0.3 ppm의 Ozone가스를 3時間씩 各各 接觸하였다.

다. 被害葉率

Ozone가스接觸 3日後에 第1報와 같은 方法⁽⁷⁾인 被害葉의 被害部位를 肉眼으로 調査하여 全葉에 對한 比率로 算出하였다.

라. Malondialdehyde含量

Wilber等⁽⁸⁾의 方法에 따라 thiobarbituric acid로 發色하여 Double beam spectrophotometer로 532nm와

600nm에서 吸光度를 測定하였다.

마. Peroxidase의 電氣泳動

Peroxidase의 電氣泳動은 第3報에서와 같은 方法^(9,10)으로 調査하였다.

바. 無機成分含量

植物體中 無機成分은 各試料를 乾燥後粉碎하여 窒素는 Kjeldahl方法으로 磷酸, 加里, 珪酸은 삼각flask에 試料 1g씩을 秤量하여 混合酸(HNO₃:HClO₄:H₂SO₄=5:2:1)으로 濕式 分解하여 磷酸은 Ammonium Vanadate方法으로 比色測定하고 加里는 atomic absorption spectrophotometer로 測定하였다. 珪酸은 重量法⁽¹¹⁾으로 定量하였다.

結果 및 考察

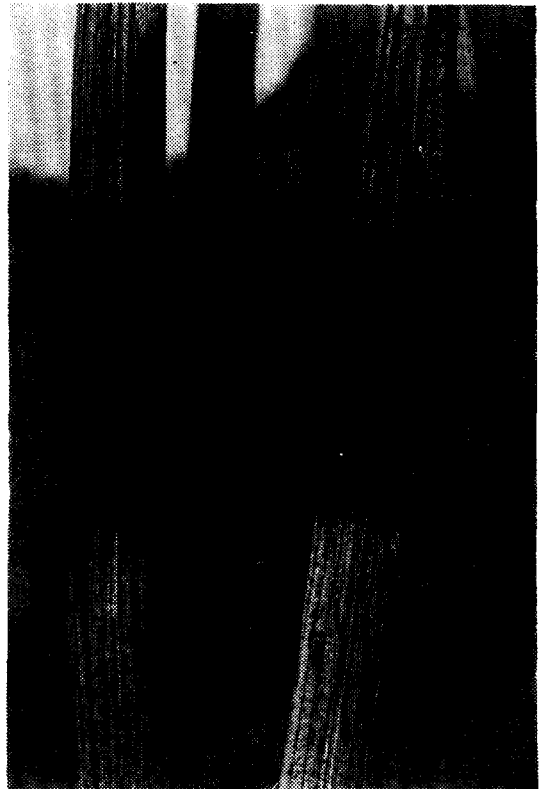


Photo 1. Typical symptoms of ozone toxicity on rice leaf.

Table 1. Physico-chemical properties of the soil used.

pH	O.M (%)	T-N (%)	Av-P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-cations(me/100g)			CEC (me/100g)	Av-SiO ₂ (ppm)	Soil Texture
				Ca	Mg	K			
5.3	0.98	0.08	71	2.57	0.68	0.39	7.2	116	Loamy

Table 2. Percentage of damaged leaf exposed to Ozone gas at the different nutrition level.

Control (N : P : K=12 : 7 : 8)	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Wollastonite (300kg/10a)
	+50%	-50%	+50%	-50%	+50%	-50%	
	7.5	22.5	Tr	5	7.5	6.3	

Table 3. Changes of malondialdehyde in the rice leaves exposed to Ozone gas

(Unit : A532~600)

	Control	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Wollastonite (300kg/10a)
		+50	-50	+50	-50	+50	-50	
None-fumigation	0.136	0.160	0.153	0.138	0.141	0.132	0.115	0.127
O ₃ -fumigation	0.145	0.182	0.150	0.143	0.151	0.133	0.130	0.135

가. 被害症狀

Ozone가스接觸에 의한 被害症狀은 前報^(7,9,12)에서 報告한 바와 같이 水稻葉脈사이에 赤褐色, 또는 銀白色의 微細한 斑點이 무수히 나타나고 있으며 赤褐色의 斑點은 寫眞 1과 같이 加里缺乏症狀과 同一하였다.

나. 被害葉率

水稻에 營養狀態를 달리하여 Ozone가스를 接觸시킨 結果 表 2와 같이 被害葉率이 對照區가 7.5%인데 비하여 窒素 50%減肥區는 痕跡으로 낮아으며, 50%增肥區는 22.5%로서 窒素를 增施한 區에서 葉被害가 크게 나타났다. 鄭等⁽⁶⁾은 水稻에 對한 Ozone가스의 感受性은 窒素施用量이 增加함에 따라서 增大되며 窒素施肥量增加에 따라 植物體內 全窒素含量이 增加된다고 하였는데 本 實驗에서도 窒素增施區에서 葉被害率이 커서 같은 結果를 얻었다.

磷酸施肥區는 50%減肥區에서 對照區와 같이 葉被害率이 7.5%이며 50%增肥區는 5%로서 對照區보다 葉被害가 多少 減少되었다.

加里施肥區는 50%減肥區에서 17.5%로서 對照區보다 被害가 增加하였으며 50%增肥區에서는 6.3%로서 葉被害率이 減少되었다. 따라서 磷酸과 加里를 增施하므로써 Ozone가스의 被害가 輕減되었으며, 窒素를 增施하므로써 도리어 被害가 增加되었고, 加里는 減肥하므로써 被害가 增加되었다. 그리고 硅灰石施用에 依해서는 被害葉率에 變化가 없이 對照區와 同一하게 나타났다.

다. malondialdehyde變化

水稻에 窒素 磷酸 加里의 水準을 달리하여 Ozone가스를 接觸한 結果 表 3과 같이 Ozone가스 處理葉에서 膜을 構成하는 磷脂質의 過酸化物로 由來되는 malondialdehyde의 含量이 增加되었다. 中村⁽¹³⁾等도 Ozone

處理植物에서 malondialdehyde含量이 增加되었다라고 報告하였는데 이는 本 實驗의 結果와 同一한 것이었다. 窒素增施區에서도 malondialdehyde의 含量이 增加되었다. 또한, 磷酸施肥區는 減肥區에서 多少 增加되었

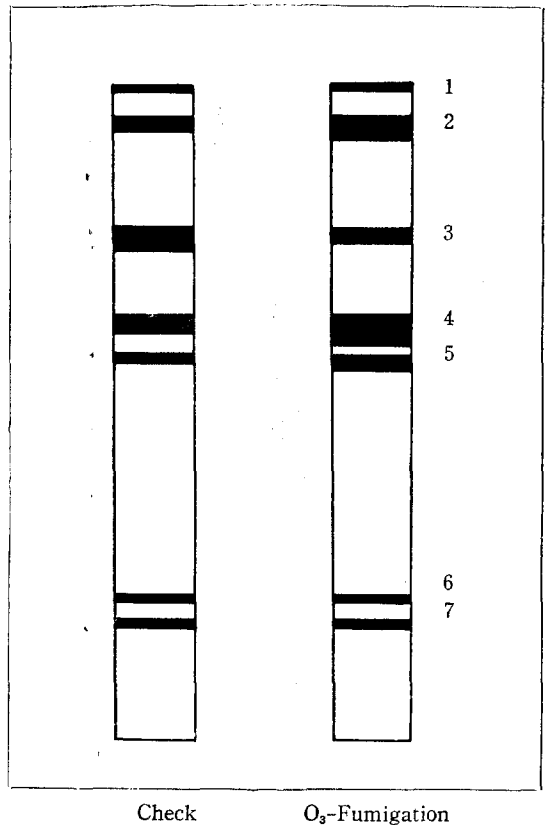


Fig. 1. Patterns of the peroxidase in the Gel-electrophoresis.

Table 4. Effects of Ozone gas on change of nutrition in the rice leaves grown at the different nitrogen levels.

(Unit : %)

N level(%)	O ₃ fumigation	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂	K ₂ O/N	SiO ₂ /N
Control	None	2.36	0.62	3.24	4.04	1.37	5.71
	O ₃	2.28	0.57	2.98	3.77	1.31	1.65
+50	None	3.07	0.63	3.24	3.28	1.06	1.04
	O ₃	2.82	0.61	2.94	3.28	1.04	1.16
-50	None	1.59	0.64	2.68	5.48	1.69	3.45
	O ₃	1.64	0.62	2.48	5.23	1.51	3.19

Table 5. Effects of ozone gas on changes of nutrition in the rice leaves grown at the different phosphorus levels.

(Unit : %)

P ₂ O ₅ levels	O ₃ fumigation	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂	K ₂ O/N	SiO ₂ /N
Control	None	2.36	0.62	3.24	4.04	1.37	1.71
	O ₃	2.28	0.57	2.98	3.77	1.31	1.65
+50	None	2.30	0.64	3.33	4.77	1.46	2.07
	O ₃	2.20	0.63	3.30	3.96	1.50	1.80
-50	None	2.29	0.57	3.22	4.48	1.41	1.96
	O ₃	2.16	0.56	3.18	4.47	1.47	2.07

Table 6. Effects of ozone gas on changes of nutrition in the rice leaves grown at the different potassium and silicate levels.

(Unit : %)

K ₂ O & SiO ₂ levels	O ₃ fumigation	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂	K ₂ O/N	SiO ₂ /N
Control	None	2.36	0.62	3.24	4.04	1.37	1.71
	O ₃	2.28	0.57	2.98	3.77	1.31	1.65
+50	None	2.32	0.62	3.40	4.20	1.47	1.81
	O ₃	2.29	0.59	3.33	4.21	1.45	1.84
-50	None	2.39	0.60	3.03	3.39	1.27	1.42
	O ₃	2.30	0.59	3.02	3.35	1.31	1.47
SiO ₂ (300kg/10a)	None	2.21	0.59	3.11	10.47	1.41	4.74
	O ₃	2.04	0.56	3.00	10.44	6.47	5.12

으나 增肥區에서는 對照區와 같은 傾向이며 加里增肥 및 減肥區와 같은 傾向으로 나타났다.

라. Peroxidase의 活性

水稻에 施肥量을 달리하고 Ozone가스를 接觸하여 peroxidase를 電氣泳動한 結果 施肥量差異에 依한 band의 變化는 發見할 수 없었으나 Ozone가스를 接觸한

區에서는 그림 1과 같이 두께 및 넷째 band가 強化되고 셋째 band가 弱화되었으며, 第3報⁽⁹⁾에서의 結果와 同一한 傾向을 나타내었다.

마. 無機成分變化

水稻에 窒素施肥水準을 달리하고 Ozone가스를 接觸했을때 植物體內 無機成分變化는 表 4와 같이 Ozone

가스 接觸으로 窒素, 燐酸, 加里, 珪酸 成分이 減少되는 傾向이며 K_2O/N 比도 對照區가 높게 나타났다.

燐酸施肥水準을 달리하고 Ozone가스를 接觸했을 때는 表 5와 같이 窒素, 燐酸, 加里, 珪酸 모두 Ozone 가스 接觸으로 減少되었으며 K_2O/N 比 및 SiO_2/N 比는 一定한 傾向이 없었다.

加里 및 珪酸水準을 달리하고 Ozone가스를 接觸했을 때는 表 6과 같이 窒素, 燐酸, 加里, 珪酸 모두 Ozone 가스接觸으로 減少되었으며 K_2O/N 比 및 SiO_2/N 比는 一定한 傾向이 없었다. 그러나 K_2O/N 比와 被害葉率과의 關係는 그림 2와 같이 $y = 21.98x^2 - 98.7x + 103.3$ ($r = 0.968^{**}$)의 相關關係를 나타내서 Ozone가스에 對해서는 窒素含量이 많을수록 加里含量이 적을수록 Ozone가스에 感受性인 것으로 나타났다. 即, 加里含量이 많을수록 또는 窒素含量이 적을수록 Ozone가스에 抵抗性인 것으로 나타났다. 따라서 水稻에서 加里缺乏症狀과 Ozone가스의 被害症狀이 너무도 類似한 것으로 생각되어 왔으나 加里缺乏症狀中 一部症狀은 同一한 被害症狀으로 생각된다. 即, 加里가 缺乏되던 Ozone가스에 弱하기 때문에 Ozone가스의 被害를 쉽게 받아 加里缺乏症狀이 나타나는 것으로 생각된다. 또한 生活污水流入畚에서 이와같은 被害症狀이 水稻葉에서 發生되는 경우가 있는데 이는 土壤還元에 依하여 加里의 吸收가 抑制되고⁽¹⁴⁾ 窒素의 吸收가 增加되므로⁽¹⁵⁾ Ozone가스의 被害를 받기 쉬운 狀態로 되어 Ozone가스가 汚染될 경우 被害症狀이 쉽게 發生되는 것으로 생각된다.

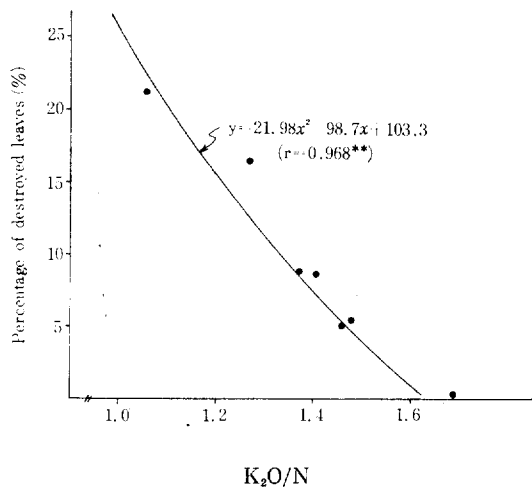


Fig. 2. Relationships between K_2O/N ratio and percentage of destroyed leaves.

要 約

水稻의 營養狀態와 Ozone가스 被害와의 關係를 究明하기 爲하여 眞珠벼를 供試하여 窒素, 燐酸, 加里, 標準肥에 各各 50%增肥 및 50%減肥하여 Ozone가스 0.3ppm을 3時間接觸後에 葉被害率, malondialdehyde, peroxidase의 電氣泳動 및 無機成分含量變化을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 窒素增施 및 加里減肥로 Ozone가스의 被害가 增加된다.
2. Ozone가스 被害葉에서 malondialdehyde의 含量이 增加된다.
3. K_2O/N 比가 낮을수록 葉被害가 增加한다.
4. Ozone가스被害로 葉中 窒素, 燐酸, 加里含量이 減少하는 傾向이다.
5. Peroxidase를 電氣泳動한 結果 施肥量에 다른 band의 差異는 發見하지 못하였으나 Ozone가스 接觸으로 2, 3, 4번째 band에서 變化가 있었다.

參 考 文 獻

1. 大韓民國學術院(1973). 大氣汚染物質에 對한 植物의 感受性, 環境問題研究報告書. p. 3~43.
2. Treshow, M. (1970). Ozone and plants. Environment & Plant Response. Mcgraw-hill book company: 322~353.
3. Elkies and Ormrod, D.P.(1979). Leaf diffusion resistance responses of three petunia cultivars to ozone and or sulfur dioxide, J. Air pollut. control Assoc. 29(6) : 622.
4. Keen, N.T. and Taylor, O.C. (1975). Ozone injury in soybeans, isoflavonoid accumulation is related necrosis, Plant physiol. 55, 731.
5. Flagler, R.B. and V.B. Youngner(1985). Ozone and sulfur dioxide effects on tall fescue. II. Alteration of quality constituents. J. Environ. Qual 14(4) : 463~466.
6. 鄭永浩, 太田保夫(1981). イネの光化學オキソジアント障害に關する生理的研究, 4. イネの内生アブジジ酸(ABA)含量およびオゾン感受性に及ぼす窒素施肥の影響, 日本作物學會紀事, 50(4) : 570~574.
7. 金福榮, 趙在規, 朴英善(1982). 水稻生育에 對한 Ozone가스의 影響에 關한 研究, 1. Ozone가스에 對한 水稻生育時期別 影響, 韓國環境農學會誌, 1(2) : 123~128.

8. Wilbur, K.M., F. Bernhelm and O.W. Shapiro (1949). The thiobabituric acid reagents as a test for the oxidation of unsaturated fatty acids by various agents. Arch Biochem. 24 : 305~313.
9. 金福榮, 趙在規, 李淑喜 (1986). 水稻에 對한 Ozone가스의 影響에 關한 研究, 3. Ozone가스에 依한 水稻葉의 生化學的 變化, 韓國環境農學會誌, 5(2) : 106—112.
10. Gabriel, O.(1971). Analytical Disc Gel Electrophoresis. Methods in Enzymology 22 : 565~578.
11. 農村振興廳(1980). 土壤化學分析法 : 263~275.
12. 金福榮, 金善實(1982). 水稻에 對한 Ozone가스의 影響에 關한 研究, 2. Ozone가스에 依한 水稻品種別 影響, 韓國環境農學會誌, 1(2) : 129~133.
13. 中村拓, 坂齊(1978). 光化學オキシダトによる稻の被害について 3. オゾンガイネ葉の諸生理活性に及ぼす影響, 日本作物學會紀事, 47(4) : 707~714.
14. 朴鍾汶(1978). 作物의 生理障害 原因 및 對策에 關한 研究, 主要試驗研究業績과 研究方向, 農業技術研究所, 173~176.
15. 李敏孝, 金奎植, 金福榮(1985). 水稻에 對한 畜産廢水被害輕減方法研究, 農業技術研究所 試驗研究報告書, : 32~36.