

水稻生育에 對한 Ozone가스의 影響에 關한 研究

第 2 報 Ozone 가스에 對한 水稻品種別 影響

金福榮*·金善寬*·金福鎮*

(1982년 11월 15일 접수)

Studies on the Effects of Ozone Gas in Paddy Rice

II. Effect of Ozone Gas on Varieties of Rice

Bok Young Kim,* Sun Kwan Kim* and Bok Jin Kim*

Abstract

This study was conducted to find out the resistance of rice varieties to ozone gas. Thirty eight rice varieties were exposed to 0.3 ppm O₃ gas for 3 hours. Damage symptom, percentage of destroyed leaf and chlorophyll contents were observed after O₃ fumigation.

The results obtained are as follows.

- 1) Typical symptom of O₃ damage appeared to greyish subtle spots in Japonica type and redish brown subtle spots in Indica-Japonica hybrid type within rice leaf vein.
- 2) Resistant varieties to O₃ gas were *Palgwangbyeo*, *Seokwangbyeo* and *Milyang 30*, while sensitive ones were *Gwanakbyeo*, *Jinjubyeo* and *Hankangchalbyeo*.
- 3) Chlorophyll damage of rice leaves were higher in *Nongbaeck*, *Dobongbyeo*, *Palgeum*, *Jinjuryeo* than in *Milyang 21*, *Palgwangbyeo*, *Josaeongtongil*, *Honamjosaeng*, *Hwanggeumbyeo*.
- 4) The amount of chlorophyll damage showed highly significant positive correlation with that of leaf destruction.

序 論

植物에 미치는 ozone가스의 影響에 對하여는 被害生理研究가 많이 報告되고 있으며⁽¹⁻³⁾, 많은 學者들은 植物種類에 따라서 感受성에 差異가 있음을 報告하고 있

다^(4,5). 野內等⁽⁶⁾은 草本植物은 感受性이고 木本植物은 抵抗性이라고 하였으며 服田等⁽⁷⁾은 同一植物도 植物葉位에 따라서 相異하다고 報告하고 馬場等⁽⁸⁾은 水稻品種에 따라서 ozone가스에 對한 抵抗性이 다르며, 淺川等⁽⁹⁾은 早生種 品種이 感受性이 크다고 하였다. 鄭等⁽¹⁰⁾은 日本型 品種은 感受性이고 統一系 品種은 抵抗性

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

이라고 하였는데 이는 統一系는 體內에 abscisic acid의 含量이 많기 때문이며, 感受性인 日本型 品種은 ethylene 生成量이 많았다고 하였다. 또한 山添等⁽¹¹⁾은 *Nahng phaya 70*은 58.6%의 被害를 가져오는데 比해서 日本晴은 11.5%이어서 品種間에 ozone가스의 耐性에 差異가 많다. 이들 水稻品種들은 諸般特性들이 相異하기 때문에⁽¹²⁾ ozone가스에 依한 被害樣相도 相異하게 나타나고 있는 것으로 생각된다. Ozone가스의 被害를 받은 잎은 老化가 促進되고 光合成等 生理的活性이 衰退되고⁽¹³⁾ 氣孔이 閉鎖되며⁽¹⁴⁾ 暗呼吸速度가 增加하여 光合成代謝를 阻害한다고 하였다.

筆者等은 ozone가스에 對하여 現行 우리나라에서 栽培中인 主要한 系統의 水稻品種에 關한 被害樣相을 究明하기 爲하여 研究하였으며 우리나라 水稻의 獎勵 및 準獎勵 38品種에 對하여 ozone가스 接觸에 依하여 나타나는 水稻品種別 被害症狀, 被害程度, 葉綠素 減少程度 등을 調査 報告하는 바이다.

材料 및 方法

가. 供試作物 및 栽培法

熟番土壤의 表土(壤土)를 風乾粉碎하여 小型 pot(7 W×16 L×7 H cm)에 0.85 kg씩 充填하고 窒素, 磷酸, 加里를 坪當 60, 50, 50 g의 相當量인 尿素 0.5 g, 重過石 0.42 g, 鹽化加里 0.34 g,를 土壤과 混合施用하였고 尿素는 基肥 0.35 g, 追肥 0.15 g로 分施하였다. 우리나라의 獎勵 및 準獎勵品種인 Indica-Japonica hybrid type 20品種과 Japonica type 18品種 總 38個品種을 3日間 浸種하여 최아후에 pot當 20粒씩 4月 30日에 播種하여 溫室에서 50日 生育된 苗를 ozone가스 接觸에 供試하였다.

나. 가스發生 및 接觸

Ozone가스는 試驗 1과 同一하게 0.3 ppm의 ozone가스를 3時間씩 接觸시켰다^(15,16).

다. 被害症狀, 被害率 및 葉綠素含量

被害症狀, 被害率 및 葉綠素含量은 試驗 1과 같은 方法으로 調査하였다⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

結果 및 考察

가. 被害症狀

水稻品種別로 ozone가스를 接觸시킨 結果 試驗 1과 같이⁽¹⁵⁾ 銀白色 혹은 赤褐色의 微細한 斑點이 葉脈을 따라서 나타났으며 統一系品種에서는 主로 赤褐色~暗褐色의 斑點이 나타났고 一般系品種에서는 主로 銀白色의 斑點이 나타났다. 中村⁽¹⁸⁾은 ozone가스에 依하여 褐色

및 黃白色의 斑點이 發生된다고 하였고 나팔꽃의 境遇: 葉表面에 chlorosis가 發生되고 甚할 境遇는 necrosis로 展開된다고 하고 正常인 葉은 營養不足인 葉보다 感受性이라고 하였다. 本試驗에서도 이들과 類似하게 窒素가 많은 狀態인 統一系 品種葉에서는 赤褐色으로, 窒素가 적은 狀態인 一般系 品種葉에서는 銀白色으로 被害症狀이 나타나는 것으로 觀察되었다. 이들 被害症狀이 品種에 依한 差異인지 窒素含量에 依한 差異인지에 對하여는 檢討되어야 할 것이다.

나. 品種別 葉被害程度

우리나라의 獎勵 및 準獎勵品種에 對하여 ozone가스를 接觸시킨 結果 表 1과같이 八光벼, 曙光벼는 被害率이 10%未滿으로 ozone가스에 對하여 抵抗性인 品種이었으며, 八錦, 農白, 道峰벼, 眞珠벼 등은 被害率이 50%以上으로서 ozone가스에 感受性이 큰 品種이었다. 또한 type別 平均 被害率은 表 3에서와 같이 Indica-Japonica hybrid type이 26.6%, Japonica type이 45.1%로 Indica-Japonica hybrid type品種들이 抵抗性인 것으로 나타났으며 이들 品種中에는 密陽 42호, 漢江찰벼, 維新이 感受性이었으며 Japonica type中에는 雪岳벼, 大蒼벼, 八紘벼, 울칼 등이 抵抗性인 것으로 나타났다. 鄭等^(11,19,20)은 振興, 農白等 Japonica type이 感受性이며 統一, 密陽 23號等 Indica-Japonica hybrid type이, 抵抗性이라고 報告하였는데 本試驗에서도 振興, 農白이 密陽 23號보다 感受性이 높았다. 또한 日本晴은 被害率이 11.5%인데 比하여 *Nahng phaya 70*은 58.6%나 된다고 報告되었다⁽¹¹⁾. 本試驗에서도 ozone가스에 대한 被害率이 10%未滿에서 50% 以上까지 水稻品種間에 差異가 甚하였다. 一般의으로 中生種은 抵抗性이었으며 早生 및 晩生種이 感受性이었는데 淺川等⁽⁹⁾이 早生種이 ozone가스에 影響이 크다고 한 것으로 보아 早生種은 感受性인 品種으로 생각된다.

馬場等^(8,21)은 品種間 差異를 氣孔開度 莖葉中 Eh와 有意性있는 關係가 있다고 하였고, 鄭等^(10,20,22)은 水稻 體內에 abscisic acid 含量과 關係가 있으며 abscisic acid 含量이 높은 境遇는 抵抗性이 높다고 하였고 土壤水分低下로 氣孔閉鎖에 關聯하여 ozone가스의 感受性이 低下한다고 하였으며 窒素增施로 感受性이 增加한다고 하였다. 井上⁽²³⁾은 ozone處理에 依하여 生成된 ethylene이 落葉에 影響을 준다는 등의 報告로 보아 ozone가스 被害는 體內 abscisic acid含量, 氣孔開度, ethylene生成量 등의 差異에 依하여 相異하게 나타나며 이들 差異는 品種間의 特性인 것으로 생각된다.

다. 品種別 葉綠素 減少程度

水稻 38個品種에 對한 ozone가스 接觸結果 表 2와 같이 葉綠素減少가 적은 品種은 密陽 21號, 八光벼 早生

Table 1. Degree of resistance on rice varieties by ozone gas

Ratio of leaf destruction (%)	Varieties
0-10	<i>Palgwangbyeo</i> *, <i>Seokwangbyeo</i> .*
11-20	<i>Milyang 30</i> *, <i>Samseongbyeo</i> *, <i>Milyang 21</i> *, <i>Cheongcheongbyeo</i> *, <i>Honamjosaeng</i> *, <i>Josaengtongil</i> *
21-30	<i>Geumkangbyeo</i> *, <i>Manseokbyeo</i> *, <i>Seolakbyeo</i> , <i>Chupungbyeo</i> *, <i>Hwanggeumbyeo</i> *
31-40	<i>Milyang 23</i> *, <i>Taebaekbyeo</i> *, <i>Baekunchal</i> *, <i>Daechangbyeo</i> , <i>Palgweng</i> , <i>Dongimbyeo</i> , <i>Olchal</i> , <i>Bonggwangbyeo</i> , <i>Songjeonbyeo</i> , <i>Youngnamjosaeng</i> *, <i>Setbyulbyeo</i> *
41-50	<i>Chucheongbyeo</i> , <i>Yushin</i> *, <i>Nakdongbyeo</i> , <i>Nonglimna I</i> , <i>Chugwangbyeo</i> , <i>Jinheung</i>
>50	<i>Palgeum</i> , <i>Nongbaeck</i> , <i>Milyang 42</i> *, <i>Hangangchalbyeo</i> *, <i>Gwanakbyeo</i> , <i>Dobongbyeo</i> , <i>Jinjubyeo</i> , <i>Yeomeongbyeo</i>

*Indica-Japonica hybrid type

Table 2. Degree of chlorophyll damage on rice varieties by ozone gas

Rate of chlorophyll damage (%)	Varieties
0-10	<i>Milyang 21</i> *, <i>Palgwangbyeo</i> *, <i>Josaengtongil</i> *, <i>Honamjosaeng</i> *, <i>Hwanggeumbyeo</i> *
11-20	<i>Seokwangbyeo</i> *, <i>Samseongbyeo</i> *, <i>Cheongcheongbyeo</i> *, <i>Geumkangbyeo</i> *, <i>Setbyulbyeo</i> *, <i>Olchal</i>
21-30	<i>Milyang 30</i> *, <i>Seolakbyeo</i> , <i>Chupungbyeo</i> *, <i>Manseokbyeo</i> *, <i>Palgweng</i> , <i>Milyang 23</i> , <i>Daechangbyeo</i> , <i>Youngamjosaeng</i> *, <i>Songjunbyeo</i> , <i>Baekunchal</i> *, <i>Bonggwangbyeo</i> , <i>Jinheung</i>
31-40	<i>Dongimbyeo</i> , <i>Taebaekbyeo</i> *, <i>Yushin</i> *, <i>Nakdongbyeo</i> , <i>Yeomeongbyeo</i> ,
41-50	<i>Nonglimna I</i> , <i>Chugwangbyeo</i> , <i>Milyang 42</i> *
>50	<i>Chucheongbyeo</i> , <i>Nongbaeck</i> , <i>Dobongbyeo</i> , <i>Palgeum</i> , <i>Hangangchalbyeo</i> *, <i>Jinjubyeo</i> , <i>Gwanakbyeo</i>

*Indica-Japonica hybrid Type

Table 3. Percentage of leaf destruction and chlorophyll damage on two types of rice exposed to ozone gas

Type of varieties	Damage	
	Leaves	Chlorophyll
Japonica	45.1	37.5
Indica-Japonica	26.6	21.4

統一, 湖南早生 黃金벼 등이었으며 減少가 큰 品種은 秋晴벼, 農白, 道峰벼, 八錦, 眞珠벼, 冠岳벼 등이었다 이는 被害率 順位와 類似하게 나타났고 이들 品種에 對한 type別 平均 葉綠素減少率은 Indica-Japonica hybrid type이 21.4%, Japonica type 37.5%로 Indica-Japonica hybrid type가 O₃가스에 抵抗性인 것으로 나타났고 이들 品種中에서는 漢江찰벼, 太白벼, 維新, 密陽 42號가 感受性인 品種이고 Japonica type中에서는 셋별벼, 八紘, 大蒼벼, 松前벼, 峰光벼, 振興이 抵抗性인 品

種이었다. 콩, 나팔꽃, 牧草, 배추 등에 ozone가스를 接觸시킨 結果 葉綠素의 減少를 가져왔고⁽²⁴⁻²⁶⁾ 葉綠素 a가 b보다 減少程度가 크고 下位葉보다는 上位葉이 感受性이 크다고 하였는데 이는 作物이나 品種에 따라서 혹은 葉의 個體에 따라서 ozone가스 感受性에 差異가 있다는 것을 意味하며, 鄭等⁽¹⁰⁾이 Japonica type이 Indica-Japonica hybrid type보다 感受性이 크다고 하였는데 本試驗의 葉綠素에서도 Japonica type가 Indica-Japonica hybrid type보다 感受性인 것으로 나타났다.

라. 葉綠素 含量과 葉被害率

水稻의 ozone가스 接觸에 依한 葉綠素 減少率과 葉被害率과는 그림 1과 같이 高度의 有意性있는 正의 相關을 나타내었다. 機械的으로 測定한 葉綠素 減少率과 肉眼으로 調査된 葉被害率과는 高度의 有意性있는 相關을 나타내어 肉眼調査만으로도 被害程度 調査가 可能하였고, 葉綠素 減少는 곧 被害率을 나타내는 것으로 判斷되었다.

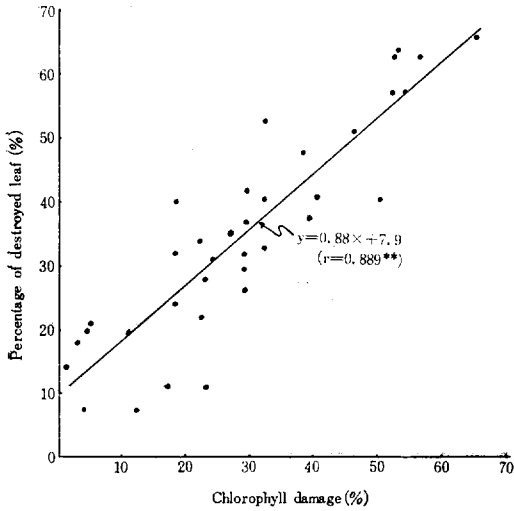


Fig. 1. Relationship between chlorophyll damage and percentage of destroyed leaves

要 約

우리나라 水稻의 獎勵 및 準獎勵 38個品種에 對하여 6~8葉期에 0.3 ppm의 ozone가스를 3時間동안 接觸시켜 가스接觸後에 나타나는 被害症狀, 被害葉率, 葉綠素含量等을 調査한 結果는 다음과 같다.

1) Ozone가스에 依한 水稻葉의 被害症狀은 銀白色 및 赤褐色의 斑點이 葉脈사이에 發生되었으며, 統一系品種에는 赤褐色의 斑點이 많았고 一般系品種에는 銀白色의 斑點이 많은 傾向이었다.

2) 水稻 6~8葉期에 O₃가스의 抵抗性인 品種은 八光벼, 曙光벼, 密陽 30號等이었고 感受性인 品種은 冠岳벼, 眞珠벼, 漢江찰벼 等이었다.

3) Ozone가스 接觸에 依하여 葉綠素減少가 적은 品種은 密陽 21號, 八光벼, 早生統一, 湖南早生, 黃金벼 等이고 葉綠素減少가 큰 品種은 農白, 道峰벼, 八錦, 漢江찰벼, 眞珠벼, 冠岳벼等이었다.

4) Ozone가스에 依한 葉綠素 減少率과 被害葉率과는 高度의 有意性 있는 正의 相關을 나타내었다.

參 考 文 獻

1. 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.
2. Keen, N. T. and Taylor, O. C. (1975) : Ozone

injury in soybeans, isoflavonoid accumulation is related necrosis, *Plant Physiol.*, **55**, 731.

3. 中村拓, 松中昭一 (1974) : 大氣汚染に たいする 指標植物の 利用, 1. 光化學オキシダントに たいする アサガオ의 感受性とその變動要因, 日作紀, **43** (4), 517.
4. 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, pp. 3~43.
5. 金福榮, 韓基碩, 金奎植 (1982) : 鹽素 및 鹽化水素 가스가 水稻와 大豆에 미치는 影響, 韓國環境農學會誌, **1**(1), 53.
6. 野內勇, 大平俊男, 澤田正, 小口邦子, 湖明地招人 (1973) : 오존による 植物被害症狀, 大氣汚染研究, **8**(2), 113.
7. 服田春子, 寺門和也 (1975) : 오キシダントによる 아사가오의 被害とその指標性について, 第2報 오キシ다ントによる 아사가오의 被害葉位と 葉齡との 關係, 大氣汚染研究, **9**(4), 729.
8. 馬場赴, 寺岡幸 (1979) : 作物의 大氣汚染被害의 發生機構에 關する 生理的研究, 農學研究, **57**, 163.
9. 淺川富美雪, 田中平義, 日下昭二 (1981) : 光化學 오キシ다ント가 水稻早晚品種의 生育收量に 及ぼす 生育時期別의 影響의 差, 日本土肥誌, **52**(4), 289.
10. 鄭永浩, 中村拓, 太田保夫 (1981) : 이네의 光化學 오キシ다ント障害에 關する 生理的研究, 第2報 이네의 에틸렌生成および 오존障害에 及ぼす 아브지酸(ABA)의 影響, 日作紀, **50**(4), 560.
11. 山添文雄, 眞弓洋一 (1974) : 大氣複合汚染防止에 關する 研究, 第3報 日本農技研 肥料化學資料, **188**, 1.
12. 農村振興廳 (1981) : 벼品種解說, pp. 3~162.
13. 中村拓, 坂齊 (1978) : 光化學오キシ다ントによる 水稻의 被害에 對하여, 第3報 오존가스가 이네葉의 諸生理活性에 及ぼす 影響, 日作紀, **47**(4), 707.
14. Howell, R. K. and Diane, F. K. (1972) : Ozone injury to soybean cotyledonary leaves, *J. Environ. Quality*, **1** (1), 94.
15. 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. 水稻生育 時期別 ozone가스의 影響, 韓國環境農學會誌, **1**(2), 123.
16. 金福榮, 韓基碩 (1980) : 水稻品種別 亞黃酸가스의 被害解析에 關한 研究, 農事試驗研究報告, **22**(S.P. & M), 1.
17. 金福榮, 韓基碩, 金鼎濟 (1981) : 水稻에 對한 弗化水素가스 被害輕減에 關한 研究, 1. 改良劑處理에 依한 效果, 韓國土壤肥料學會誌, **14**(3), 157.

18. 中村拓, 橋本俊一, 太田保夫, 沖野英男 (1976) : 光化學オキシダントによる 稻の被害について, 第2報 空氣淨化法による 生育収量の 解析, 日作紀, 45(4), 630.
19. 鄭永浩, 中村拓, 太田保夫 (1980) : イオの 光化學オキシダント障害に 關する 生理的研究, 第1報 イオの アブシジン酸(ABA) 含量の 品種間差異とオゾン抵抗性との 關係, 日作紀, 49(3), 456.
20. 鄭永浩, 太田保夫 (1981) : イネの 光化學オキシダント障害に 關する 生理的研究, 第4報 イネの 内生アブジジン酸(ABA) 含量 および オゾン感受性に及ぼす 窒素施肥の 影響, 日作紀, 50(4), 570.
21. 古川昭雄, 門田正也 (1973) : O_3 による ポプラ葉の 光合成, 光呼吸, 暗呼吸の 性質に およぼす 影響について, 大氣汚染研究, 8(3), 376.
22. 鄭永浩, 太田保夫 (1981) : イネの 光化學オキシダント障害に 關する 生理的研究, 第3報 オゾン感受性および 内生アブジジン酸(ABA) 含量に 及ぼす 土壤水分の 影響, 日作紀, 50(4), 566.
23. 井上敏雄 (1973) : オゾンによる 内生エチレンの 生成と 樹木の 落葉現象の 關係, 大氣汚染研究, 8(3), 375.
24. Backerson and Hofstra, G. (1979) : Effect of sulphur dioxide and ozone singly or in combination on leaf chlorophyll, RNA and protein in white bean, *Can. J. Bot.*, 57, 1940.
25. 松坂義明 (1976) : 色素分析法 栽培植物 分析測定法, 養賢堂(日本), pp.387~389.
26. 野内勇, 大平俊男 (1973) : オゾンの 植物色素への 影響, 大氣汚染研究, 8(2), 120.