

## 黃化物 및 弗化物이 水稻生育과 収量에 미치는 影響

### II. 汚染地域에서의 防風幕設置에 따른 生育 및 収量變異

朴皖澈\*·申應培\*·金光鎬\*\*

## Influence of Sulfur and Fluorine Compounds on the Growth and Yield of Rice Plants

### II. Growth and Yield Profiles with a Isolated Windbreak Under Stressed Conditions in Fields

Wan-Cheol Park\*, Eung-Bai Shin\* and Kwang-Ho Kim\*\*

#### Abstract

The study was performed to evaluate the usefulness of windbreaks to reduce the effect of sulfur dioxide and hydrogen fluoride on the growth of rice plants.

It was observed that various pollution indicators such as the ambient concentrations of sulfur oxide and fluoride, sulfur and fluorine contents found in leaves appear to be significantly reduced within 3 meters behind the break. In that region yield components seemed normal. It is, however, observed that the pollutional indicators appear to increase gradually back to the same level as they were on the upwind side of the break.

As for the relationships between pollution indicators and yields and also yield components it was believed that pollutants found in leaves might serve as the most important indicators of pollutional damage to rice plant Cultivation in fields. There was high correlation between ambient concentrations and yield, and also yield components. More significantly, a better correlation seemed to exist between sulfur and fluorine contents observed in leaves and yield; And between those contents and yield components.

#### 緒 言

大氣汚染物인 SO<sub>2</sub>와 HF는 水稻의 生育에 많은 被害를 誘發하고 있다<sup>1)</sup>. 이와같은 被害를 줄이기 위하여 施肥法의 改善<sup>2,3,4,5)</sup> OED와 같은 蒸散抑制劑의 施用<sup>6)</sup> 또는 防風林의 造成<sup>3)</sup>과 같은 여러方法들이 提示되고 있

다. 本 研究는 排出源으로 부터 放出되는 大氣汚染物과 植物體와의 直接接觸을 막기 위하여 防風幕을 設置하여 防風幕 앞뒤의 汚染度와 水稻의 生育狀態를 實驗的으로 調査하므로써 大氣汚染에 의한 被害發生原因을 밝히고 防風幕의 被害防止效果를 밝힘으로서 防風幕에 의한 被害防止方法開發의 可能性을 調査하였다.

\* 韓國科學技術院 (Environment/KAIST, Seoul 136-791, Korea)

\*\* 建國大學校 農科大學 (Dept. of Agronomy, Kon-Kuk Univ., Seoul 133-701.)

材料 및 方法

本 實驗은 大氣汚染의 影響이 비교적 큰 地點(第1報의 6번 調查地點 : 第1報의 그림1)과 隣接한 地域에서 實施하였다. 供試品種은 洛東벼로서 1984年 4月15日에 播種하고, 5月30日에 栽植距離 30×15cm, 1株3本植으로 移秧하였으며 其他 栽培管理는 實驗1과 同一한 方法으로 實施하였다.<sup>1)</sup>

方風幕은 그림1과 같이 높이 1.8m, 幅3.7m의 透明한 아크릴版을 利用 設置하였으며, 方風幕의 前面 3m, 9m, 後面 3m, 9m, 15m地點에서 各各 大氣中의 SO<sub>2</sub> 및 HF

放風幕 前後地點의 汚染度의 變化는 表1 및 그림2에서와 같이 放風幕 後面 3m地點이 大氣中 SO<sub>2</sub> 및 HF濃度와 葉內硫黃 및 弗素含量이 제일 낮았으며, 特히 葉內弗素含量은 他地點에 비해 매우 낮았다. 그러나 後面 3m地點을 除外하고는 放風幕의 前後面 모든 地點에서 放風幕으로부터의 距離에 관계없이 큰 差를 보이지 않아서 防風幕設置에 따른 汚染度 低下效果가 放風幕 後面 3m地點에서만 認定되었다. 本 實驗에서는 放風幕의 높이가 1.8m밖에 되지 않았으므로 放風幕設置에 따른 大氣汚染度 低下의 範圍가 크지 않았으나 山添<sup>2)</sup>의 報告와 같이 放風幕을 設置하거나 放風幕을 造成하면 더

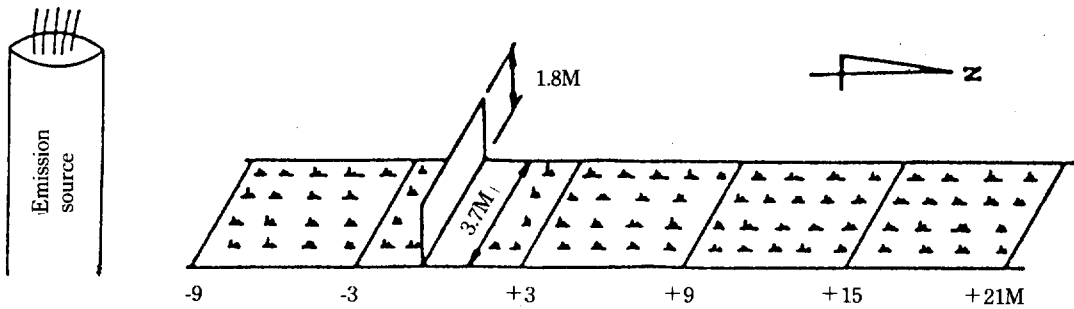


Fig. 1. Diagram of windbreak test.

濃度를 測定하기 위한 Shelter를 設置하여 6월부터 9월까지 大氣汚染度를 測定하였다. 또한 7月2日, 8月2日, 9月2日 그리고 收穫期에 試料를 採取하여 葉內硫黃 및 弗素含量을 第1報와 同一한 分析方法으로 調査하였다.

욱 大氣汚染度를 줄일수 있다는 것을 보여주었다.

汚染物의 大氣中 濃度와 葉內的 蓄積 濃度間에는 表2에서와 같이 水稻의 移秧直後인 6月을 除外하고는 모두 正의 相關이 있었다. 그러나 6個의 적은 變量으로 推定하였기 때문에 一部를 除外하고는 相關係數의 有意性이 認定되지 않았으나 大氣中 汚染物濃度와 葉內汚染物濃度間에는 正의 相關이 있음을 알 수 있었으며 이와 같은 結果는 第1報에서도 認定되었다.

結果 및 考察

1. 汚染度와 變化

Table 1. Variations of pollutants at different distance from windbreak

Distance	SO <sub>3</sub> (mg/100cm <sup>2</sup> /day)					F (μg/50cm <sup>2</sup> /day)				S in leaf (ppm)					F in leaf (ppm)					
	June	July	Sep.	Aug.	Ave.	June	July	Aug.	Sep. 1	June	July	Aug.	Sep.	Ave.	June	July	Aug.	Sep.	Ave.	
- 9m	0.72	0.60	0.60	0.28	0.55	6.77	32.68	9.19	3.66	13.08	3,651	3,028	2,831	2,690	3,050	124	357	41	40	141
- 3	0.78	0.63	0.56	0.30	0.57	7.75	30.71	9.04	3.52	12.76	3,502	3,449	2,839	2,520	3,078	125	365	54	39	146
+ 3	0.66	0.38	0.45	0.24	0.43	5.48	22.31	8.30	3.52	9.90	3,362	2,460	2,204	2,180	2,552	87	148	23	21	70
+ 9	0.67	0.64	0.45	0.31	0.52	6.80	34.10	12.52	7.45	15.22	3,190	2,960	2,699	2,560	2,852	155	316	75	72	155
+ 15	1.00	0.43	0.48	0.36	0.57	8.92	33.56	9.63	8.34	15.11	3,361	3,089	2,936	2,660	3,012	115	338	50	35	135
+ 21	1.14	0.52	0.55	0.39	0.65	6.40	29.36	11.85	7.31	13.89	3,061	3,022	2,834	2,870	2,922	100	307	52	40	125

Note. - : plot ahead windbreak + : plot behind windbreak

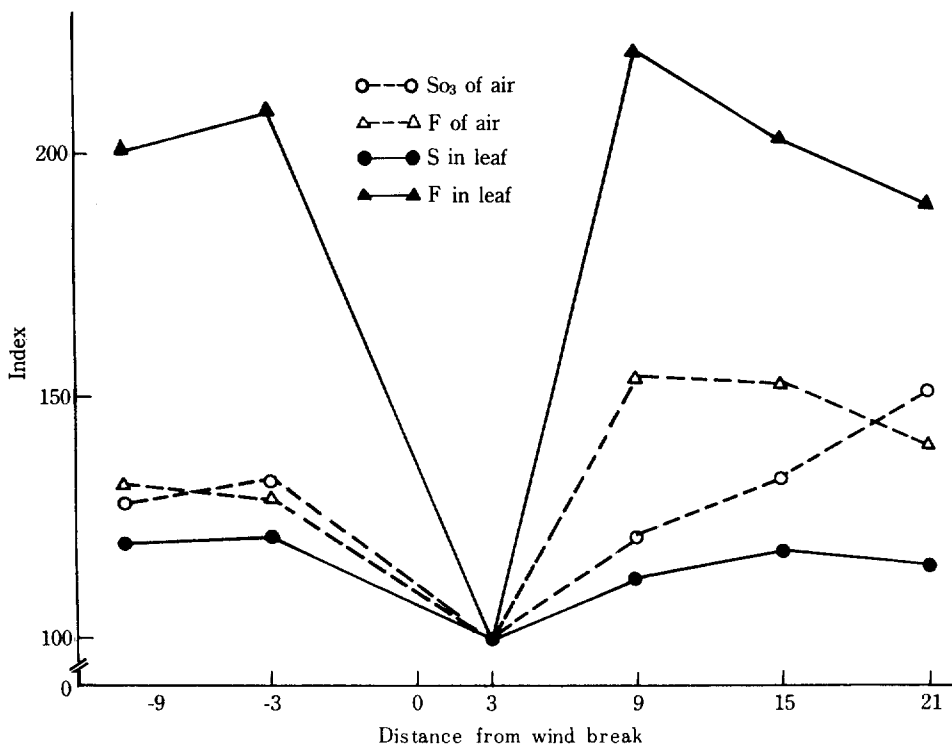


Fig. 2. Difference of average pollutants from June to September at different distance from windbreak.

Table 2. Correlation coefficient between pollutants in air and leaves

Air : Leaf	June	July	Aug.	Sep.	Ave.
SO <sub>3</sub> : S	-0.504	0.660	0.547	0.793	0.729
F : F	0.351	0.885*	0.808	0.453	0.828*

Note, \* : Significance at the 5% level

2. 水稻의 各種形質 및 收量

放風幕을 設置하였을 때 放風幕을 前後한 調査地域에 따른 收量, 收量構成要素 및 草長의 變異는 그림 3에서와 같다. 收量은 放風幕 後面 3m地點이 524kg/10a 으로 他地點에서의 收量인 316~339kg/10a보다 매우 높았다. 그리고 後面 3m地點과 他地點間 前面 3m地點과 後面 3m, 15m, 21m地點間에도 收量の 統計的인 有意差가 認定되었다. 株當穗數는 放風幕後面 3m地點과 他地點間에 큰 差를 보이고 있으며 登熟率, 穗當粒數 및 千粒重 등의 收量構成要素와 生育形質인 草長도 後面 3m地點과 他地點間에 比較的 큰 差異를 보였다. 그러나 모든

形質들은 後面 3m地點과 他地點間에만 統計的인 有意差가 認定되었고, 後面 3m地點을 除外한 他地點間에는 有意差는 認定되지 않았다. 이는 前述한 바와같이 後面 3m地點의 大氣汚染도가 他地點보다 훨씬 낮았고, 後面 3m地點을 除外한 他地點들은 大氣汚染도가 비슷하게 모두 높았기 때문에 後面 3m地點을 除外한 他地點에서는 SO<sub>2</sub> 및 HF에 의한 收量 및 生育形質의 被害程度가 모두 컸기 때문에 地點間的 差異가 적었던 것으로 判斷된다.

出穗期는 汚染도가 제일 낮았던 放風幕後面 3m地點 (8月23日 出穗)에서 他地點(8月26日 및 8月27日 出穗)에 比하여 3~4일 정도 빨랐는데 谷山等<sup>7)</sup>의 報告와 같이

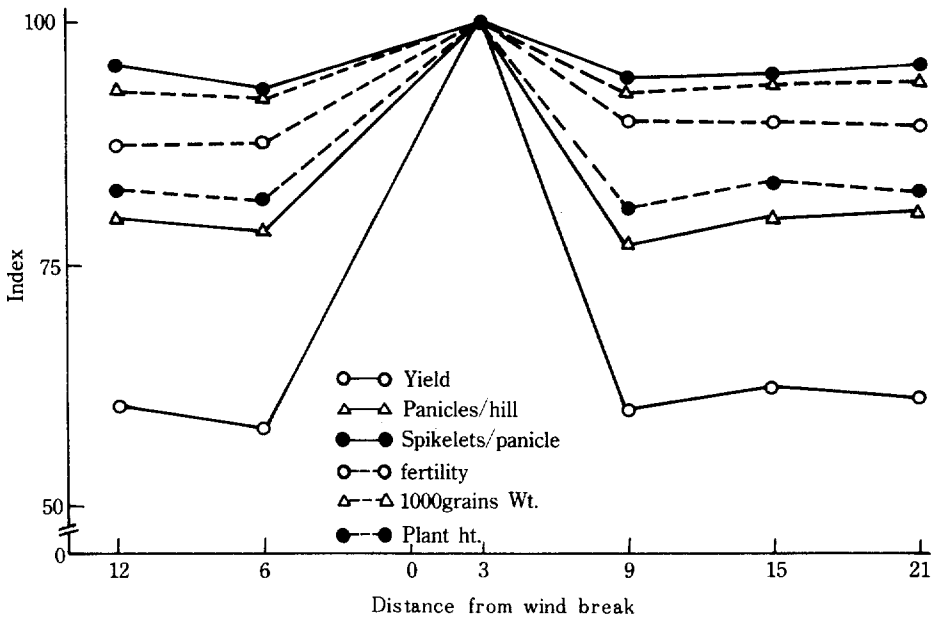


Fig. 3. variations of rice plant characters at different distance from windbreak.

大氣汚染의 影響을 많이 받는 水稻는 生育이 지연되어 出穗期가 늦어지는 것으로 判斷된다. 그리고 放風幕設置의 效果는 주로 大氣汚染度 低下때문인 것으로 생각되지만 本 實驗地域은 海岸과 隣接한 地域이므로 風害의 防止로 因한 效果도 있었을 것으로 思料된다.

### 3. 汚染物과 水稻의 各種形質과의 關係

水稻의 여러가지 形質과 汚染物과의 關係는 表4에서와 같이 收量, 收量構成要素 및 草長은 6月을 除外한 7.8. 9月의 葉內硫黃含量과 負의 相關을 보였고, 7月의 大氣中 HF濃度 및 葉內弗素含量과도 負의 相關을 보였다. 따라서 水稻의 收量構成要素들이 7月부터 9월까지 大部分의 生育期에 걸쳐 大氣中SO<sub>2</sub>의 影響과 7月의 大氣中 HF의 影響을 받아서 決定되었기 때문에 收量이 減少되었던 것으로 判斷된다. 水稻收量 및 收量構成要素와 大氣中 HF濃度 및 葉內弗素含量과의 關係가 7月에만 成立되었던 것은 表1에서 보는바와 같이 大氣中 HF濃度가 7月에만 월등히 높았고, 他 測定時期에는 아주 낮은 數値를 보였기 때문인 것으로 생각된다. 또 水稻의 收量 및 收量構成要素는 月別SO<sub>2</sub> 및 HF濃度와의 關係보다는 月別葉內硫黃含量 및 弗素含量과의 關係가 훨씬 뚜렷하였음을 볼 수 있어(表3) 水稻의 生育 및 收量은

大氣中の 汚染物濃度보다는 葉內汚染物含量과 關係가 깊다는 것을 알 수 있었다. 大氣中の 汚染物에 의한 農作物의 被害는 大部分 植物體가 汚染物을 吸收하여야만 發現되는 것이기 때문에<sup>8)</sup> 本 實驗結果에서 나타난 것과 같이 大氣中 SO<sub>2</sub> 및 HF에 의한 水稻의 被害를 評價할 때는 大氣中の 濃度보다는 葉內硫黃 및 弗素含量을 分析하는 것이 보다 合理的임을 알 수 있었다. 또한 本 實驗에서의 葉內硫黃 및 弗素含量과 株當穗數를 비롯한 收量構成要素間에 負의 相關이 認定되었던 것은 青木等<sup>9)</sup> 谷山等<sup>7,10)</sup>, 山添等<sup>2)</sup>의 報告와 一致하였으나 汚染物과 草長과의 關係가 負의 相關으로 判斷된 것은 SO<sub>2</sub> 單獨影響만을 고려한 青木等<sup>9)</sup>, 藤原<sup>11)</sup>, 谷山等<sup>12)</sup>의 報告와 一致하지 않았다. 이와같이 汚染因子와 草長과의 關係가 相異함은 本 實驗地域이 SO<sub>2</sub>와 HF의 影響을 複合的으로 받았기 때문인 것으로 判斷된다.

收量에 對한 收量構成要素들의 寄與度는 그림4에서와 같이 株當穗數의 寄與도가 42.8%나 되어 他 收量構成要素들의 寄與度 보다 훨씬 컸다. 이는 第1報 및 다른 報告<sup>2,7,11,13)</sup> 에서와 같이 SO<sub>2</sub> 및 HF影響地域에서 栽培되는 水稻의 收量은 주로 大氣汚染物質의 影響으로 株當穗數가 確保되지 않았기 때문에 減少된다는 結果와 一致되는 것이다. 또한 收量構成要素 相互間에는 모두

Table 3. Correlation coefficient among rice plant characters and pollutants

Pollutant	Month	Yield	Panicles/hil	Spikelets/panicle	% fertility	1000 grains wt.	Plant ht.
Sulfur oxide of air	June	-0.367	-0.318	-0.233	-0.329	-0.288	-0.339
	July	-0.354	-0.751	-0.752	-0.742	-0.803	-0.569
	Aug.	-0.523	-0.430	-0.382	-0.657	-0.518	-0.468
	Sep.	-0.615	-0.601	-0.500	-0.532	-0.551	-0.612
	Ave.	-0.783	-0.732	-0.647	-0.770	-0.740	-0.760
Sulfur in leaf	June	-0.016	-0.022	-0.057	-0.172	-0.035	0.034
	July	-0.865*	-0.835*	-0.941**	-0.882*	-0.876*	-0.840*
	Aug.	-0.944**	-0.920**	-0.861*	-0.945*	-0.908*	-0.920*
	Sep.	0.871*	-0.841*	-0.662	-0.863*	-0.823*	-0.855*
	Ave.	-0.910*	-0.872*	-0.868*	-0.958**	-0.895*	-0.874*
Fluoride of air	June	-0.620	-0.626*	-0.705	-0.603	-0.582	-0.593
	July	-0.902*	-0.933*	-0.840	-0.865*	-0.891	-0.912*
	Aug.	-0.498	-0.550	-0.392	-0.358	-0.500	-0.558
	Sep.	-0.390	-0.442	-0.307	-0.245	-0.333	-0.423
	Ave.	-0.825*	-0.868*	-0.749	-0.728	-0.795	-0.849*
Fluorine in leaf	June	-0.667	-0.735	-0.716	-0.605	-0.715	-0.712
	July	-0.969**	-0.951**	-0.928**	-0.989**	-0.964**	-0.950**
	Aug.	-0.762	-0.822*	-0.797	-0.642	-0.788	-0.810
	Sep.	-0.602	-0.677	-0.591	-0.493	-0.643	-0.666
	Ave.	-0.957**	-0.978**	-0.942**	-0.926**	-0.972**	-0.969**

Note. \* : P < 0.05, \*\* : P < 0.01

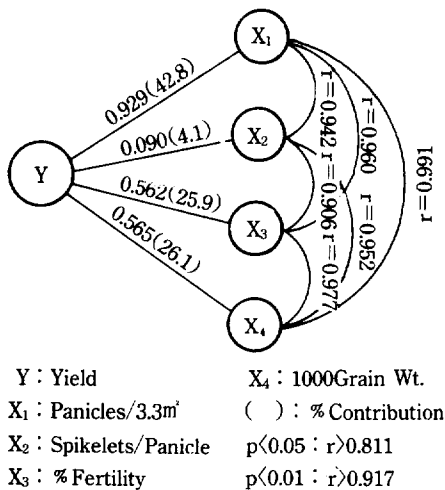


Fig. 4. Diagrammatic expression of path analysis between yield and it's components in windbreak test.

높은 正의 相關을 보였는데 極甚汚染地域에서는 水稻의 收量構成要素間에 相補性이 나타나지 않았다는 報告<sup>12)</sup>와 같이 本 實驗地域도 汚染度가 상당히 높았기 때문에 모든 收量構成要素가 大氣汚染物의 影響을 많이 받았던 것으로 생각된다.

要 約

蔚出工業團地周邊地域中 大氣汚染의 影響을 많이 받고있는 特定地域에 放風幕을 設置하여 排出源에서 放出되는 大氣汚染物의 影響을 줄이고, 被害原因을 究明하기위해 放風幕 앞뒤의 汚染度와 水稻의 生育狀態를 調査, 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 放風幕 後面 3m地點의 大氣中 SO<sub>2</sub> 및 HF濃度와 葉內硫黃 및 弗素含量은 다른 調査地點보다 낮았으며, 大氣中 SO<sub>3</sub>濃度와 葉內硫黃含量, 大氣中 HF濃度와 葉內弗素含量間에 正의 相關을 보여주었다. 그리고 幕後面 3m地點의 收量과 收量構成要素는 다른 調査地點보

다 현저히 높은 數値를 보였다.

2. 大氣中 SO<sub>2</sub> 및 HF 濃度보다는 葉內硫黃 및 弗素含量이 水稻의 收量 및 收量構成要素와의 높은 相關이 認定되었다.

### 參 考 文 獻

1. 朴院澈, 申應培, 金光鎬 (1987) : 黃化物 및 弗化物이 水稻生育과 收量에 미치는 影響, 第1報 汚染地域에서의 生育障害 및 收量減少, 韓國環境農學會誌, 6 (2), 53.
2. 山添文雄 (1962) : フッ化水素による煙害の實態ならび機作に関する研究, 農技研報 B, 27, 1.
3. 山添文雄 (1970) : フッ化水素の植物に及ぼす影響について, 公害と對策, 6(7), 27.
4. Allmendinger D.F., V.L. Miller and F. Johnson (1950) : The control of fluorine scorch of gladiolus with foliar dusts and sprays, *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 56, 427.
5. McNulty, I.B. and D.W. Newman (1957) : Effect of atmospheric fluoride on the respiration rate of bush bean and gladiolus leaves, *Plant Physiol.*, 32, 121.
6. 福島懸農試 (1969) : 水稻對に対する煙害とその軽減法に関する研究, 1.
7. 谷山全鐵郎, 澤中和雄 (1975) : 作物のガス障害に関する研究, 第12報 大氣汚染地域(四日布市)における水稻の生育・收量の特徴と大氣汚染に対する指標植物としての意義について, 日作紀, 44(1), 74.
8. Hill, A.C. (1969) : Air quality standards for fluoride vegetation effect, *J. Air Poll. Con. Assoc.*, 21 (3), 133.
9. 青木正則, 小川正 (1977) : 水稻の耐SO<sub>2</sub>性とヒイ酸質肥料との關係, 電力中央研究所報告, 476010, 1.
10. 谷山鐵郎, 澤中和雄 (1973) : 作物のガス障害に関する研究, 第11報 亞硫酸ガスの長期間接角觸が水稻の子實生産におよぼす影響, 日作紀, 42(2), 143.
11. 藤原喬 (1975) : 低濃度地域二酸化イオウにする植物障害發現とその診斷に関する研究, 電力中央研究所報告, 74001, 1.
12. 谷山鐵良, 水野隆 (1982) : 作物のガス障害に関する研究, 第17報 伊勢灣周域の大氣汚染と配置法にする水稻の生育特性, 三重大環境科學研究紀要, 7, 101.
13. MacLean, D.C., D.C. McCune and R.E. Schneider (1984) : Growth and Yield of wheat and sorghum after sequential exposures to hydrogen fluoride, *Environ. Poll.*, A36, 351.