

桃園沿海農業區氟化物氣體污染監測

黃義雄 林燕玉 廖乾華

摘要

為瞭解桃園沿海農業區受空氣中氟化物污染情形，於 1994~1996 年在林口發電廠、觀音工業區及觀音鄉廣興工廠鄰近地區，分別設立監測站，利用盆栽種植指標植物唐菖蒲，並放置 HP-19 型氟化物偵測儀，進行氟化物氣體污染監測，結果在林口發電廠西南方，唐菖蒲葉尖呈棕褐色枯乾，其葉枯長度較對照區長，葉片氟含量亦較高。其中 1996 年葉尖枯乾長度與葉片氟、鈉含量皆呈明顯正相關，顯示此地區唐菖蒲的受害，除硫之外，可能與空氣中含氟化物、鹽沫等隨東北季風長期吹襲有關。觀音工業區西南方鄰近空氣，約 10 % 之時間測得含氟量達 0.1~0.5 ppb，而唐菖蒲葉尖呈褐色枯乾，受害葉枯長度與葉片中氟含量成正比，且與工業區之距離呈負相關，顯示此處唐菖蒲葉尖受害，係受工業區排放含氟化物及其他氣體污染所致。廣興工廠鄰近唐菖蒲葉脈間呈白色塊斑枯乾，與氟化物為害徵狀相同，氟含量最高達 55 ppm 以上，顯示此處唐菖蒲葉片受害與工廠排放含氟廢氣污染有關。

關鍵詞：氟化物、指標植物、桃園沿海地區。

前言

近年來桃園沿海地區，經濟發展迅速，工廠林立；自 1969 年台灣電力公司於桃園縣東北方與台北縣林口鄉鄰界處設立林口火力發電廠，隨後其他各類工廠紛紛設立，政府因工業需求亦先後開發成立幾個大型工業區，如 1978 年的大園工業區、1986 年的觀音工業區、1976 年的永安工業區、1989 年的廣興工廠，目前各工業區內之工廠數分別為 151 家、226 家、20 家、4 家。這些工廠所排放廢氣，雖經有關管理單位嚴格監控處理，唯沿海地區農作物，每年仍有受害現象發生，如水稻葉尖枯乾，稻穀成褐色或灰色枯粒，穀粒不飽滿甚而不稔實；玉米則造成葉片枯乾，嚴重者不能結穗；其他作物則引起葉面、葉緣或葉尖不等程度的焦枯，影響農作物收成，造成農民重大損失。

台灣電力公司亦曾於 1987 年邀集台灣大學學者專家進行研究，探討農作物受害原因，其結論傾向於係鹽沫危害所致⁽⁵⁾。本場於 1991~1993 年，利用指標植物，監測空氣污染情形，發現冬季東北季風吹襲時，林口發電廠西南方，唐菖蒲葉片枯乾長度與葉片硫含量有明顯的相關性存在，唯靠海地方，受害則與含硫量無關，顯示此處唐菖蒲的危害，除空氣中過量的硫化物含量外尚受東北季風吹襲的影響；觀音工業區西南方唐菖蒲受害葉枯乾長度，與工業區距離呈負相關，與葉片中硫含量無關，其受害原因可能是受東北季風挾帶工業區中各類工廠所排放之廢氣污染所致⁽⁷⁾。

一般空氣污染主要可分：1. 微粒：包括灰塵及煙煙；2. 有毒氣體：包括硫化物(SO₂、H₂S.....)，氮化物(NO_x、NH₃)，及其他無機氣體(Cl₂、HCl、HF.....)等兩大類。這些空氣污染除了影響人體健康之外，對植物亦造成傷害，尤其氟化物對植物危害甚鉅⁽⁴⁾。氟是大自然中普遍存在的元素，工業生產過程常產生氟化物，如磷肥工廠利用磷礦石生產磷肥時會產生四氟化矽(SiF₄)氣體；煉鋁廠電解鋁礬土時，常加冰晶石(Na₃AlF₆)、氟化鋁和氟石助熔，高溫下會排放氟化氫(HF)；陶瓷、磚瓦工廠及鋼鐵廠

產品製造過程中均會添加冰晶石或螢石(CaF_2)助熔，在高溫時亦有四氟化矽氣體的產生⁽⁴⁾。氟化物對植物為害之機制尚不十分了解，但已確知氟的存在可抑制植物新陳代謝，氟在植物體中會累積，植物組織中氟的濃度增高時會造成葉尖、葉緣或脈間組織壞死^(1,2)。

本省每年因污染為害農作物而產生糾紛的案件不勝枚舉，據台灣省環境保護處統計，1996 年受理民眾書面陳情公害糾紛案件達 260 件。而本場受理的污染公害案件中，1986~1995 年間共 181 件，空氣污染引起的有 125 件佔 69 %，其中以桃園縣居多，尤其沿海地區電廠及工業區林立，排放廢氣多而複雜，公害糾紛更為頻繁。為建立環境空氣品質背景資料與污染情形，藉以判斷農業環境空氣品質劣化與工廠廢氣排放之相關性，以彌補公害鑑定無法追溯之缺陷，有效掌握污染狀況，故於此地區進行氟化物氣體污染監測。

材料與方法

一、監測點設置

於桃園沿海農作物常受空氣污染危害之地區，包括北桃沿海之林口發電廠、觀音工業區及觀音鄉廣興工廠區等其鄰近地區設立監測點進行監測。在每一受害區，設 3~4 處監測點，另外選擇無目標空氣污染源的地區，設 1~2 監測點作對照，其位置分佈如圖 1、2、3 所示。每一點面積 9 m^2 ，用盆栽方式栽植唐菖蒲，周圍用塑膠粗網圍繞保護。

二、指標作物種植與調查方法

每一期作每一監測點種植指標作物唐菖蒲 6 盆，盆徑 28 cm，每盆種植 3 棵，栽培介質係用廢太空包鋸木屑加紅土(重量比 1:1)，每盆施骨粉、豆粉、碳酸鈣各 10 g 及氧化鎂 2 g。種球集中育苗 25 天後，苗高約 20 cm 時，移植至各監測點進行監測。移植後 30 天及 60 天各調查一次，每次只採第二上位之葉片，量其枯乾長度，若僅葉緣或葉脈間枯乾者減半計算，並拍攝其受害症狀。

三、檢驗方法

氟化物：移植後 60 天，調查其受害情形並採受害葉片約 20cm 長 10~12 片，洗淨經 75°C 乾燥後磨粉，取 1 g 樣品加 1N HCl 15 ml 輕搖混合均勻(避免附著瓶壁太高)，放置 24 小時，振盪後用 #42 濾紙過濾，取 5 ml 濾液於燒杯中加 10 ml 蒸餾水與 15 ml 離子強化劑(TISAB)，用氟電極測其葉片中氟含量。

鈉：稱取磨粉後樣品 200 mg 置入 50 ml 分解瓶中，加三酸混合液 3 ml，放置一夜，翌日在電爐上加熱分解至澄清(約需 1 hr)，取下分解瓶放冷後加純水至 50 ml 混勻、取分解液及空白液各 2 ml 稀釋成 50 ml，使用火焰光度計測定稀釋液之透光度，並與標準相比較決定其葉片中鈉含量濃度。

四、氣象資料

利用桃園沿海地區，氣象記錄站所測定之平均風速、平均最大風速、最多風向及其頻度等資料。

五、自動分析儀監測

在觀音工業區西南方 2 km 處，設偵測站，置放 HP-19 型氟化物偵測儀，全天候進行偵測。

結 果

新屋本場位在桃園沿海，於 1994~1996 年氣象資料顯示，主要風向除 6、7、8 月以西南風較多之外，其餘月份皆以東北風較多，尤其 10 月開始至翌年 2 月間東北風頻率佔 45~70 %，平均風速高達每秒 5 m 左右，就以 10、11 月期間各監測區，指標植物唐菖蒲反應如下：

一、林口發電廠鄰近地區：唐菖蒲葉尖呈棕色或棕褐色枯乾，測量第二上位葉片枯乾長度結果如表 1，除 1995 年之外，1994、1996 年 10 或 11 月東北風較多時期，在發電廠西南方平均葉枯長度，分別為 5.90、4.46 cm，比東方對照點較長，受害葉氟含量亦較高，其中 1996 年葉尖枯乾長度，與葉片中氟、鈉含量呈正相關。

表 1. 林口發電廠鄰近地區唐菖蒲葉片受害長度與含氟量情形

Table 1. Leaf injury and Fluoride content of the gladiolus exposed in the area near by Linkow power plant.

Site direction to power plant ^{z)}	DPP ^{y)} (km)	Oct.1994		Nov.1995		Nov.1996		
		LI ^{x)} (cm)	F (%)	LI ^{x)} (cm)	F (%)	LI ^{x)} (cm)	F (%)	Na (%)
SW	9	7.05	21.60	4.10	8.10	7.25	9.00	0.84
WSW	5	3.90	15.80	5.30	6.30	7.00	9.00	0.53
SSW	12	6.04	15.40	3.90	9.00	1.92	6.30	0.15
SSW	6	6.63	12.80	1.80	8.10	1.67	5.40	0.20
Average		5.90	16.40	3.77	7.85	4.46	7.42	0.43
ENE (CK)	5	4.38	12.10	4.90	6.30	3.77	5.40	1.24

z) SW: South west. WSW: West south west. SSW: South south west. ENE: East north east.

y) DPP: Distance from Linkow power plant. x) LI: Leaf injury

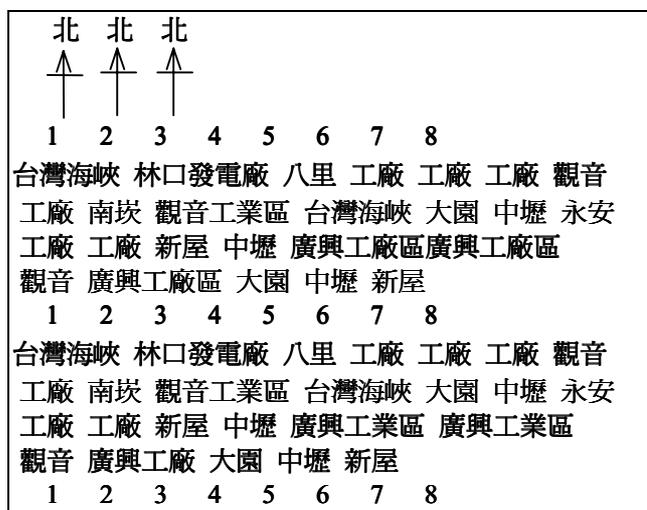


圖 1. 林口發電廠鄰近地區監測站配置圖

Fig.1. Sketch map of monitoring points near by Linkow power plant.

二、觀音工業區鄰近地區，於 1995~1996 年利用氟化物氣體偵測儀，約 10 % 時間測得空氣中氟含量達 0.1~0.5 ppb，而唐菖蒲葉尖呈棕褐色枯乾，測量第二上位葉片枯乾長度結果如表 2，於 1994~1996 年 10 或 11 月，東北風較多時期，平均葉枯長度，分別為 5.47、6.47、5.17 cm，比對照點明顯較長 2~4 cm，受害葉氟含量亦較高，其中位於工業區西南方 2、7、12 km 處，三點之葉枯長度與氟含量，三年均隨與工業距離增加而遞減。

表 2. 觀音工業區鄰近地區之唐菖蒲葉片受害長度與含氟量情形

Table 2. Leaf injury and Fluoride content of the gladiolus exposed in the area near by Kwang-yin industrial park.

Site direction ^{z)}	DIP ^{y)} (km)	Oct. 1994		Nov. 1995		Nov. 1996		
		LI ^{x)} (cm)	F (%)	LI ^{x)} (cm)	F (%)	LI ^{x)} (cm)	F (%)	Na (%)
SW	12	3.74	11.2	5.40	7.20	2.04	5.4	0.21
SW	7	6.22	13.5	3.30	18.00	2.38	18.0	0.61
SW	2	8.27	17.7	15.60	18.00	9.54	27.0	0.35
SSE	2	3.65	12.7	1.60	9.00	6.32	18.0	0.16
Average		5.47	13.7	6.47	13.05	5.17	17.10	0.33
NE (CK)	2	3.62	11.7	1.90	9.00	5.21	9.0	0.46

z) SW: South west. SSE: South south east. NE: North east.

y) DIP: Distance from Kwang-yin industrial park.

x) LI: Leaf injury.



圖 2. 觀音工業區鄰近地區監測站配置圖

Fig 2. Sketch map of monitoring points near by Kwang-yin industrial park.

三、觀音鄉廣興工廠鄰近地區：唐菖蒲葉脈間呈白色塊斑枯乾，在工廠西南方枯乾長度，每年平均長達 10 cm 左右，氟含量高達 55 ppm 以上，在工廠東北方受害葉枯亦比東方對照區較長，氟含量也較高。

表 3. 觀音鄉廣興工廠鄰近地區唐菖蒲葉片受害長度及其氟含量情形

Table 3: Leaf injury and Fluoride content of the gladiolus exposed in the area near by Goang-shing plant at Kwang-yin village.

Site direction ^{z)}	DIP ^{y)} (km)	Oct. 1994		Nov. 1995		Nov. 1996		
		LI ^{x)}	F	LI ^{x)}	F	LI ^{x)}	F	Na
		(cm)	(%)	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(%)
NE	0.2	7.40	21.70	6.80	27.00	8.17	18.00	0.57
W	0.2	22.92	55.30	25.80	90.00	19.41	90.00	0.24
SW	0.8	—	—	24.90	45.00	12.88	72.00	0.34
Average		15.16	38.50	19.16	54.00	13.69	60.00	0.38
E (CK)	2.5	3.65	12.70	1.60	9.00	6.32	18.00	0.16
SE (CK)	7.5	—	—	3.00	9.00	1.33	9.00	0.17

z) NE: North east. W: West. SW: South west. E: East. SE: South east.

y) DIP: Distance from Goang-shing industrial plant.

x) LI: Leaf injury.



圖 3. 觀音鄉廣興工廠地區監測站配置圖

Fig. 3. Sketch map of monitoring points near by Goang-shing plant at Kwang-yin village.

討 論

林口發電廠鄰近地區危害農作物的空氣污染，依據本監測結果，唐菖蒲葉尖呈棕色或棕褐色枯乾與氟化物為害葉片脈間呈白色乾枯⁽⁶⁾不盡相同，惟每年 10 或 11 月東北風較多時期，在電廠西南方枯乾長度都比東方對照點較長，受害葉之氟含量亦較高，其中 1996 年葉尖枯乾長度與葉片中氟、鈉含量皆呈明顯正相關。顯示此處唐菖蒲的受害除硫之外，可能與空氣中的氟化物及鹽沫隨東北季風長期吹襲污染危害有關⁽⁷⁾。

觀音工業區西南鄰近，僅約 10% 時間測得空氣中氟含量達 0.1 ~ 0.5 ppb，台灣省固定污染源排放標準，總氟量臨界為 12.2 ppb。並發現唐菖蒲葉尖呈棕褐色枯乾，與氟化物為害呈葉脈間白色枯乾不盡相同⁽⁶⁾，惟受害葉枯長度與氟含量，均隨與工業區距離增加而遞減，顯示此處唐菖蒲葉尖枯乾，係受工業區排放含氟化物及其他空氣污染所致。

廣興工廠西南方鄰近，唐菖蒲葉片脈間呈白色塊斑枯乾，與氟化物為害徵狀相似⁽⁶⁾，受害葉氟含量高達 55 ppm 以上，東北方受害程度比對照點亦明顯較嚴重。顯示此處唐菖蒲葉片受害與工廠排放含氟化物氣體污染有關。

誌 謝

本研究承蒙行政院農業委員會 83-農建-93-糧-05(5)、84-農建-93-糧-05(3)、85-農建-93-糧-08(4)計畫補助，謹此致謝。

參考文獻

1. 李國欽、李貽華。1984。空氣污染為害植物之診斷。台灣植物保護中心 III: 1-11。
2. 李國欽、李貽華。1985。空氣污染為害作物系統性鑑定法。公害對農業生產之影響研討會論文專集 p.59-62。台灣省農業藥物毒物試驗所。
3. 林茂盛、張瑞明、陳琳湖。1994。空氣污染為害農作物徵狀診斷圖鑑。台灣省農業試驗所。B. 44- 48。
4. 孫岩章、莊進源。1984。空氣污染公害之鑑定技術及圖鑑。行政院衛生署環境保護局 B. 02-04。
5. 孫岩章。1985。環境污染及破壞對植物之影響。科學農業 33(3-4): 97-122。
6. 孫岩章、蘇鴻基。1991。台灣西北部沿海地區水稻及林木枯萎原因之研究。I.鹽沫為害水稻之病理學證據。植保會刊 33: 239-250。
7. 黃義雄、林燕玉、廖乾華。1996。台灣西北部沿海農業區空氣污染監測。桃園區農業改良場研究報告 19: 44-49。

Monitor Air Pollution of Fluoride in Agricultural Area at the Taoyuan Coasts

Yin-hsiung Huang, Yan-yui Lin and Chien-hua Liao

Summary

In order to understand the air pollution of fluoride in agricultural area along the Taoyuan west coasts, several monitor stations were set up near by Linkow power plant , Kwang-yin and Goang-shing industrial parks, Potted gladiolus and HP-19 model fluoride detector were equipped for monitoring the air pollution of fluoride during 1994-1996. At the southwestern of Linkow power plant, the tip leaves of gladiolus were scorched with brown color. Higher fluoride content and longer scorched leaves of gladiolus were found at monitor station than at the control station. The length of scorched leaves of gladiolus was positively correlated with the contents fluoride and sodium in 1996. These showed that the damage of leaves might caused by the fluoride and salt mist carried by northeastern monsoon and was not simply due to sulfur only. Near by southwestern region of Kwang-yin industrial parks, the fluoride contents in the air were measured about 0.1 to 0.5 ppb around 10 % of test duration, thus tip leaves of gladiolus were resulted in scorched with brown color. The length of tip leaves scorch was positively correlated with the fluoride contents and negatively correlated with the distance from the industrial park. The damage of leaves of gladiolus in Goang-shing industrial park was similar to that of Kwang-yin industrial park, and its maximum fluoride content was over 55 ppm. These showed that the scorched leaves of gladiolus in both industrial parks were correlated with the fluoride waste air emitted from factories in the industrial park.

Key words : Fluoride, Index plant, Taoyuan coast.