

壹. 植物保護 四. 公害

(一) 空氣污染物對植物之影響

隨著工業科技的發達，伴隨而來之空氣污染問題也日益嚴重，台灣地區由於耕地面積有限，農田與工廠毗鄰而居之情形處處可見，因此空氣污染對農業生產環境及植物生長之影響亦漸引起大眾之關切。

台灣地區常見空氣污染物主要來源為工廠及交通運輸工具所排放之廢氣及微粒，如氟化物、二氧化硫、氮氧化物、臭氧、有機污染物等氣態污染物及灰塵、煙煙等固態污染物；或由光化作用所形成的污染，如臭氧與硝酸醯酯類等。

農作物易受空氣污染危害，主要是因它們有龐大的葉面積與大氣接觸並進行氣體交換，因而使污染氣體直接進入植體中與細胞接觸，對植物生育造成影響。植物受空氣污染之影響，發生病斑或凋萎，或農產品品質降低，或產量減少。茲將台灣地區主要之空氣污染物如氟化物、粒狀污染物、有機污染物、臭氧及二氧化硫等之來源及其對植物之為害徵狀等逐一說明。

1. 氟化物

撰文：李貽華

(1) 氟化物污染來源

氟是大自然中普遍存在之元素，常以氟化物的形態存在於土壤及礦石中，如螢石、黑雲母、磷灰石及白雲石等。自然界之氟化物以氣體、顆粒或吸附在固體微粒上等形式而接觸植物體，19世紀末期已有報告指出氟化物會對農作物造成不良影響。大氣中最具植物毒性之氟化物為氣態之氟化氫。除自然界中之氟化物外，工業製程上也常產生氟化物，磷肥製造工廠可能逸出氟化氫或四氟化矽；煉鋁及煉鋼時因電解過程中加入冰晶石、螢石助熔而有氟化氫產生；另外，磚瓦、陶器及水泥在製造過程中，原料在高溫下也會放出氟化物。歐美地區植物受氟污染為害之情形普遍發生於製鋁工廠及磷酸工廠週圍；台灣地區植物受氟化物污染為害之情形則多發生於磚瓦、陶瓷、玻璃纖維等工廠週圍，如台北鶯歌地區、桃園龍潭地區、南投集集地區、彰化花壇地區等皆曾發生農作物受害之案例。台灣地區並未將空氣中氟化物含量列入環保署之周界空氣品質之監測項目中，僅訂有排放標準，然環保單位訂定空氣污染物之標準值常是以保護人畜健康為主要考量，不一定能同時保護農作物之生長，造成

工廠與農民間之爭議無法解決，因此氟污染對植物之影響亦應列入空氣品質研訂考量。

(2) 氟化物之吸收、轉移及作用

氟化物對植物之為害主要來自空氣污染源，氟進入葉片內部後會溶於組織液而隨著蒸散流移動，然後聚集於葉尖或葉緣處，累積至危害臨界濃度時則顯現出典型之受害徵狀，危害臨界濃度（threshold concentration）之高低因植物種類而異，如唐菖蒲對氟極敏感，當環境中氟之濃度為 1ppb 時，唐菖蒲即會出現葉尖枯萎之受害徵狀，葉片之氟含量約 20~30ppm；茶樹屬耐氟植物，葉片氟累積含量達 2,000ppm 時仍無徵狀產生。而一些自生植物其葉片氟累積含量達 1,000 ppm 時仍無徵狀產生，如大花咸豐草、野塘蒿等，顯示其對氟污染極具耐性。常見植物對氟化物之敏感性見表 1。

隨著接觸氟污染之時間增加，植體氟化物之累積量也愈高，其受害徵狀也愈明顯，氟化物誘發之徵狀包括：⊖ 受害部位葉綠素消失，組織黃化，顏色呈灰黃綠色，但葉片仍生存；⊖ 植物受害後組織死亡而造成顏色改變，死亡部位形成紅棕色；⊖ 受害葉片變形及變色，葉片外觀產生捲曲、皺縮

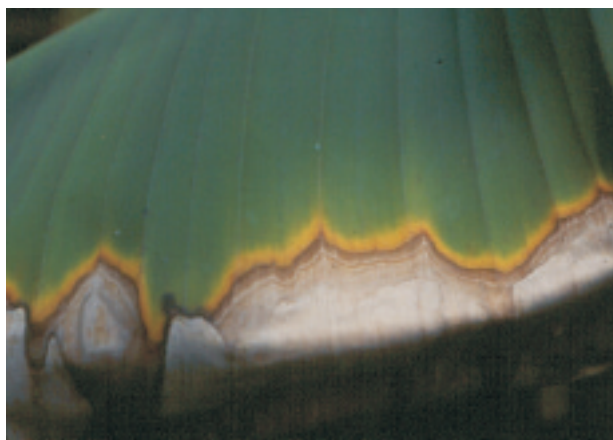


圖 1. 磚窯周邊香蕉葉片受害徵狀（葉緣枯乾，受害部位與健康部位間有明顯黃褐色波狀界限）

表 1 常見植物對氟化物污染之相對敏感性

植物種類	敏感性	中度敏感性	耐受性
作物			
玉米	+		
甘藷	+		
番茄		+	
豌豆		+	
菠菜		+	
胡蘿蔔			+
菠菜			+
茶樹			+
觀賞花卉			
唐菖蒲	+		
山茶			+
果樹			
香蕉	+		
草莓		+	
柑桔			+
雜草（自生植物）			
大花咸豐草			+
野塘蒿			+
牛筋草			+

及凹凸不平。一般而言，於高濃度時，組織中氟的濃度增加會造成葉脈間立刻壞疽，低濃度時氟化物會逐漸累積於葉尖及葉緣處而出現典型之病徵，通常在健康及死亡的組織間會有一條明顯之分界線（見圖 1）。

氟化物對植物之傷害除因氟累積而對細胞產生破壞外，其對生理和生化之影響亦頗大，如影響糖解酵素之活性而干擾呼吸作用；抑制光合作用之進行；氟污染會抑制而干擾氮之代謝；氟在組織中能和鈣、鎂、銅、鋅、鐵或鋁等金屬離子結合而引起元素缺乏症；氟化氫會影響花粉發芽及花粉管生長而影響植物之結果及產量等。氟化物除對葉部產生為害，亦會傷害果實部位，例如桃

子果實受氟為害時，果實會產生裂縫而失去商品價值。

(3) 植體中氟化物之累積

調查磚窯廠周邊地區自生草本植物植體中之氟含量發現，植體中氟化物之累積以葉部高於莖部，葉部氟累積倍數達莖部之4~10倍。香蕉植株之氟含量分佈情形以成熟葉之含氟量較新葉為高，葉部又以葉尖最高；果實氟含量未見增高，可見香蕉葉部所累積之氟並不會轉移至香蕉果實而影響食用安全。磁磚廠周邊茶園落葉嚴重，茶葉葉尖及葉緣枯乾（見圖2），調查磁磚廠周邊地區茶葉之氟含量發現，受害葉片平均氟含量為無受害情形茶葉氟含量之2-3倍。受害葉片其枯褐部位之氟累積量為綠色部位之1.6倍。



圖2. 磁磚廠周邊受害茶園落葉嚴重（上）；枯乾部位易剝落（下）。

氟化物污染對植物之為害多因長期累積而導致，研訂空氣品質標準時，應將長期氟化物污染下所造成之慢性為害情形列入考慮。空氣中之氟化物為點源污染物，通常4-5公里範圍為其污染受害區域，氟污染源周圍植物普遍有氟之累積情形，除植物生長直接受影響外，對植物生態乃至整個生態系之影響亦頗大，值得注意。

另外，世界衛生組織指出，累積有氟的農產品若為人畜食用，將會對人畜造成毒害。歐洲已有報告指出，牛隻長期食用含有低濃度氟之牧草，引起慢性氟中毒現象，主要影響鈣之代謝，造成骨質軟化、骨骼生長異常，嚴重者導至跛腿或死亡。環保單位在研訂空氣品質標準應將氟在植體中之累積性列為考慮，以保障農作物之品質及人畜之食用安全。

2. 粒狀污染物

撰文：徐慈鴻

(1) 粒狀污染物之主要來源

空氣中之固態微粒來源可分為自然產生與人為產生兩大類，自然產生者包括：火山爆發噴出的火山灰、森林大火產生的煙霧、鹽沫、土壤顆粒以及生物性微粒，如：細菌、花粉、孢子、昆蟲等。人為產生者則以工業製造過程、燃料燃燒及交通排放為主要來源，如煙囪、煙道的飛灰、金屬冶煉之煙煙及交通工具排放之黑煙等。粒狀污染物經排放後，會因粒徑大小與重量而飛散至不同距離，當粒狀物飄浮於大氣層期間，其物理及化學特性，也可能會受環境影響而改變。

土塵、孢子等屬自然生成的微粒，經常性的存於大氣中，濃度隨地區與季節而變動，北半球大氣中每年約有1億5千萬噸的土塵由地表揚起，若加上沙漠地區則增為兩倍；生物性的顆粒，如花粉，則在春季大量