

## 農作篇（三）植物保護章

### 四、公害

#### (一)空氣污染對植物之影響

#### 5. 二氧化硫 (SO<sub>2</sub>)

行政院農委會農業藥物毒物試驗所 李貽華

#### 二氧化硫之污染來源

在活火山地區有天然產生之二氧化硫。而人為的二氧化硫污染來源主要是煤炭及石化燃料的燃燒；除燃燒外，含硫之礦石於冶煉過程中；石油及天然氣之生產、精製及利用；硫磺與硫酸之製造等皆會釋放出二氧化硫。

二氧化硫屬一次污染物 (primary pollutant，即由污染源直接排放至大氣中之污染物)，二氧化硫對作物之為害多發生於污染源鄰近，其影響範圍視煙囪高度、風速及風向而定。1980 年代前，二氧化硫之為害情形在美國或發展中之國家極為普遍，近年來則隨著管制空氣品質及應用控制技術之進步，二氧化硫對作物之急性危害已較不常見，但慢性為危害情形（生長及產量之影響）仍是存在。在台灣地區，二氧化硫主要來源為燃燒煤或石油，二氧化硫之污染情形曾佔台灣地區眾多空氣污染源之最，近年來因工廠排放物控制技術之進步已有漸減之趨勢。在台灣地區，二氧化硫對作物之影響範圍主要發生於污染源之鄰近，其擴散範圍不至太廣；二氧化硫污染嚴重者會腐蝕表土，此狀況則很難恢復農田之生產能力。另外，二氧化硫污染與酸雨之形成有關聯，會影響酸雨之發生，對生態環境之衝擊值得關切。

#### 二氧化硫對植物之影響

二氧化硫可經由植物葉表之氣孔進入植物葉部，亦可直接由角質層進入葉部，在葉子內部與充滿氧氣之潤濕細胞接觸後，二氧化硫會轉變為具毒性之亞硫酸氫根(HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>)或亞硫酸根離子(SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)，再

轉變為較不具毒性之硫酸根離子( $\text{SO}_4^{2-}$ )，亞硫酸根( $\text{SO}_3^{2-}$ )及硫酸根( $\text{SO}_4^{2-}$ )，兩者都會對植物造成毒害，而硫酸根離子之毒性較亞硫酸根離子為低。若  $\text{HSO}_3^-$  或  $\text{SO}_3^{2-}$  聚集之速度大於轉變成  $\text{SO}_4^{2-}$ ，則產生明顯受害情形；反之， $\text{HSO}_3^-$  或  $\text{SO}_3^{2-}$  聚集之速度小於轉變成  $\text{SO}_4^{2-}$ ，則植物受害情形較輕微。

當植物接觸二氧化硫後，一般常見的病徵是於葉緣及葉脈間變白，漂白部分隨接觸時間而逐漸擴展至葉脈，葉脈部分仍呈綠色，漂白部分會逐漸枯乾；有些植物葉片會先呈浸水狀，繼而出現漂白病斑，然後葉緣捲曲、枯乾，嚴重者凋萎；禾本科植物受二氧化硫為害之病徵則由葉尖部分產生白化現象，繼而枯黃，嚴重時則延葉脈間向葉基部擴展，而至整片葉片壞疽、枯死。

二氧化硫主要經由氣孔進入葉部，然亦有 15% 以上可直接由角質層進入葉部。報告指出，落葉植物在秋天會落葉，而常綠植物在冬天因未落葉所以仍繼續吸收二氧化硫，此時二氧化硫為可累積之毒物，換言之，植物露暴於低濃度二氧化硫下，其葉部會逐漸累積硫；因此若常綠植物在冬天累積硫，則在春天或夏天時較易受二氧化硫污染的為害，但並非指落葉植物就不易受二氧化硫為害。對二氧化硫是否敏感取決於植物生長盛期時吸收二氧化硫之速率；植物對二氧化硫之敏感性因植物種類、品種、甚至品系而異。硫是植物生長所需之元素，二氧化硫是否對植物造成傷害，視其暴露量是否超過植物之需求量而定。對二氧化硫急性為害較敏感之植物有苜蓿、大豆、大麥、小麥、黑麥、番茄、菠菜、菊苣、萵苣、牽牛花及車前草等。

## 二氧化硫為害植物之機制

評估污染物之植物毒害時皆是以其可見之病徵為主，急性為害較快出現受害徵狀，但慢性為害雖未出現可見之病徵，但其生長速率或產量卻受到影響，此表示污染物確已干擾細胞之生理及代謝作用。二氧化硫干擾植物之生理作用包括有：(1) 影響細胞膜的通透性及某些酵素的作用，如：二氧化硫會抑制 *glutamate dehydrogenase* 及 *glutamate pyruvate transaminase* 之活性而影響氮之代謝等。(2) 二氧化

硫進入細胞中轉變為  $\text{SO}_3^{2-}$  會抑制光合作用中  $\text{CO}_2$  之固定；二氧化硫亦可能破壞葉綠素而影響光合作用。(3) 二氧化硫影響氣孔之開張而影響水分之蒸散，所以二氧化硫之初期為害徵狀與失水現象很相似。(4) 亦有報告指出，二氧化硫會影響花粉的發芽及花粉管的延長，而影響產量等。



圖一、白菜受  $\text{SO}_2$  危害之情形，葉緣捲曲、葉身佈滿白斑，葉脈仍為綠色。



圖二、番茄受  $\text{SO}_2$  危害之情形，受害部位由葉緣向葉身擴展，葉脈仍為綠色。



圖三、大豆受  $\text{SO}_2$  危害之情形，受害部位由葉尖、葉緣出現白色斑點並逐漸向葉身擴展，葉脈仍為綠色。