漫談鋅的功能及過剩與缺乏防治對策

文／圖　林慶喜

鋅為動物和植物的重要構成元素之一，在動物新陳代謝作用中，鋅為構成很多不同酵素的成分，因此缺鋅顯現時將造成酵素活動的不足。植物的生長鋅也是酵素的重要元素，如碳酸酐酵素，酒精脱氫酵素，變氨酸脱氫酵素，乳酸脱氫酵素等。

大多數植物的種類在鋅含量低於 20—25ppm，通常開始出現缺鋅症狀，在400ppm以上則顯現毒害。如果飼料含鋅量超過1000ppm則動物開始發生毒害。

一、土壤中的鋅：

鋅在土壤中的含量與母質有很大的關係，土壤母質為火成岩的含鋅高，為含矽酸多的母質則特別低。一般鹽基性母岩含有約130ppm鋅，酸性母岩含有約60ppm鋅。

(一)缺鋅的環境：

1.含鋅甚少的土壤——例如腐植灰粘土，低腐植灰粘土，矽質沖積土，矽積土，有機質土和高雨量地區土壤。

2.石灰質土中因鋅的溶解度太低，植物難於吸鋅——在石灰質土壤易形成難溶性的氫氧化鋅，另外鋅置換土壤吸附的其他鹽基亦增加的關係。

3.土壤中含磷過高常易引起鋅不能被植物利用——土壤中磷酸含量高易導致缺鋅，可能是鋅與磷酸結合成磷酸鋅複合體而降低土壤溶液中鋅的濃度。

4.寒冷地區土壤常易發生缺鋅的現象——土壤溫度低時會減少根的伸長發育和養分的吸收，故減少根吸收的地域，溫度低亦使微生物從有機物釋放鋅的作用受抑制。

5.土壤過於緊密，招致通氣不良，亦使鋅之利用率降低——土壤緊密則限制鋅擴散到植物根部的速率而使鋅的有效性降低，同時土壤緊密根的生長受抑制。

6.在土壤剖面內，鋅多集中於表層中如表土被移去或被蓋覆常引起鋅的欠缺——表土鋅較多的原因為植物自體中所吸收的鋅與落葉等遺體一同歸還於表土的關係。

(二)鋅毒害的環境：

1.工廠廢水——製造金屬製品和機械類或再生工廠所排放出的水中含鋅、銅、鎳、鉻等，這些重金屬混入灌溉水而流入水田經3—4年或5—6年，鋅等在土壤中蓄積至一定濃度則作物發生毒害。

2.鋅礦——鋅礦山之坑口的廢口隨灌溉水進入水田而蓄積到某一程度則發生毒害。

二、鋅的生理機能：

在植物體鋅的含量均很低，在乾物中通常低於100ppm，植物的鋅需要量相當小。

(一)吸收和運送：

在植物體鋅的移動性不大，當鋅的供應高時，鋅蓄積在根的組織中，在老熟葉鋅變成很不移動性，當植株缺鋅時從較老組織運轉鋅到較新組織的速率特別受到抑制。

(二)鋅的缺乏：

鋅缺乏時植物的組織發生變化，例如葉的柵狀細胞變大，細胞中的色素體的數目減少，澱粉粒變少，色素體中的油滴減少，細胞中的修酸鈣的結晶顯現，葉中的酚系的物質蓄積。根亦發生變化，例如根先端附近的根毛的發生部腫脹。鋅缺乏子實的生產減少，鋅於成熟期會從莖葉移轉到子實，因此缺鋅會使子實發育不良。植物缺鋅的症狀依作物的種類而不同，一般的症狀為葉脈間黃化，呈淡綠，黃色，或白。缺鋅植株鋅的含量在乾物通常為0—15ppm。

鋅在植物體的任何一部分均有分布，其量依土壤中有效態鋅的含量，作物的種類，作物的部位，生育的時期而不同。一般而言，正在生長的組織比老組織鋅的濃度含量較高，在玉米葉，主脈多，稈則以節部最高，節的上下急劇降低。

(四)鋅的毒害和忍受性

鋅毒害對植物產生的症狀依植物的種類而有所差異，一般毒害的症狀為新葉發生黃化現象，進一步則葉和葉柄產生赤褐色的斑點，根的生長和葉的擴展受到抑制而減少。高量鋅亦會抑制磷和鐵的吸收。

植物對鋅毒害的抵抗性依植物而異，例如某些植物對鋅有抵抗性，可以在土壤含鋅很高的地方生長，在菱鋅礦土忍受性強的植物種類其乾物質中鋅的含量介於600到7800ppm。某些植物種類抵抗高濃度鋅的原因是他們鋅的吸收能力很慢。

(五)作物的需要和有效性：

在大多數的土壤全鋅含量遠超過作物的需要且有效性為重要的限制因子。依照利用土壤中鋅的能力的大小而將作物分為三類，亦即對缺鋅敏感而易發生缺乏的作物有菜豆、大豆、蛇麻草、蓖麻、亞麻、葡萄、玉米，感受性中等的作物有馬鈴薯、蕃茄、甜菜、紫苜蓿、洋蔥，對缺乏鈍感的作物有一般的禾本科作物如燕麥、大麥、小麥、裸麥、牧草、石刁柏、甘藍、胡蘿蔔等，因作物對鋅的需求有所不同而造成對缺鋅的敏感性的差異。

在土壤溶液中水溶性鋅的濃度隨pH的昇高而降低，在平衡狀況下，土壤溶液鋅的活動力，pH 每昇高一單位就降低100倍，所以施石灰會抑制鋅的吸收。土壤浸水則鋅的有效性降低，此因在厭氣條件下形成硫化物和碳酸鹽的關係。

三、鋅缺乏及毒害的矯正

(一) 以土壤分析診斷鋅的缺乏：

土壤中鋅的有效性被許多因子所控制，有利於鋅固定的因子，如高pH、粘土、有機物、碳酸鹽含量等，均限制鋅的有效性。用於估計有效鋅的豐否已有幾種化學的抽取物包括中性鹽、強和弱酸、鉗劑。

以中性鹽溶液如硝酸鈣或氯化鉀經陽離子交換所吸取的土壤鋅被認為對植物為速效性的，但所抽出的鋅量很少，特在鹼性土。以鈣鹽或鉀鹽所抽出的可交換性鋅被認為對解釋鋅豐否沒有幫助。中性鎂鹽因格子鋅的取代或鎂離子與特殊吸附鋅的競爭的關係而被認為對鋅的置換較有效，因為被用作抽出液的鎂濃度相當高(1M)所以有可能鎂會誘發方解石的分解而釋放一些鋅出來。

(二) 以植物體分析診斷鋅的缺乏：

植物體分析在植物體營養狀況的診斷逐漸扮演重要角色，並且作為施肥的輔助。植物體分析包括適當的採樣技術，合適的標準濃度和小心的解釋與應用。適當利用植物體分析結果可以反應土壤供應有效營養如鋅的能力以作為推荐矯正材料之需要。植物體濃度通常發展出作為採樣時間，組織的種類，品種和環境因子的特殊條件。植物體內元素之間的平衡為影響營養吸收和營養互相作用的影響因子之一。

一般植物體的分析組織以葉片較多，因葉片為植物的同化器官，為控制植物營養的主要機制，故葉片中各種元素的濃度變化當可反應植物營養狀況作為判斷過多、缺乏或正常。

水稻於插秧後二星期當鋅缺乏明顯時將整個地上部植株採樣，全鋅含量為10—15ppm，其他作物缺鋅臨界濃度豆類10—22ppm，番茄12—17ppm，玉米15ppm，油桐10—26ppm。

(三)缺鋅的對策：

1.葉面散布——鋅能被植物葉面吸收，因此植物缺鋅症初現時應迅速噴施，以0.5—1.5%的硫酸鋅加 0.5—1.5%的生石灰散布，因單獨使用硫酸鋅易造成藥害，或噴 施65%鋅乃浦可濕性粉劑400倍液或鋅鉗劑。每週噴施一次，直到症狀消失為止。

2.土壤施用——鋅資材有硫酸鋅、氧化鋅、鋅鉗劑如Na2ZnEDTA，NaZnNTA，

文旦缺鋅症狀

水稻缺鋅症狀

NaZnHEPTA 等。一般而言，無機態鋅以ZnSO4較好，有機態鋅似以ZnEDTA較佳。鋅的施用量依 作物、資材種類、施用法及時期而異，普通每公頃施用無機態鋅為 2～22公斤，有機態鋅為0.3～6公斤。鋅的施用殘效頗大，施用一次有3—4或5—6年的殘效。鋅在土壤中移動很慢，因此鋅肥施於土壤表面的效果較差如撒施於土表必須耕犁使與表土混合，或採用挖溝條施或穴施於種子旁或其底或植株旁。鋅肥與其他肥料混合施用能促進鋅的吸收。一般水稻、玉米、大豆缺鋅時鋅肥的推薦量氧化鋅每公頃30—50公斤，硫酸鋅為65—110公斤，以基肥施用優於追肥。

(四)其他配合措施：

1.酸性肥料的施用——鋅和鐵、錳一樣，在中性乃至石灰質土壤的吸收不良，且缺鋅土壤一般多為中性至鹼性土壤，因此施用酸性肥料如碳酸銨、氯化銨、氯化鉀等可減輕缺鋅症。

2.有機物的施用——各種作物之植物體含有相當多的鋅，因此施用堆肥、鮮稈、落葉等於蔬菜園及果園，可將鋅回歸土壤而補充所需的鋅量。

3.勿施過量磷酸——磷酸施用過多則阻塞鋅的吸收，易導致鋅的缺乏，因此過磷酸鈣不能施用過量。

(五)鋅毒害的對策：

1.鋅毒害症狀出現時，每公頃將石灰 800公斤溶解於水，形成石灰乳，將石灰乳灌入於蔬菜園畦面的中央，另外全面撒施石灰500—700公斤。果園則全面撒施石灰1500公斤。另外磷酸多量施用可以抑制鋅的吸收，因此葉面噴施0.3—0.5%的過磷酸鈣或土壤施用1000公斤亦可減輕鋅的毒害。

2.土壤酸度的調整——土壤迴酸時鋅和鐵、錳一樣，容易吸收過量而造成鋅、錳、鐵的毒害，如果將酸性調整後中性乃至鹼性時鋅的吸收減少，因此作物種植前應先調整土壤的酸度至作物適宜的pH值。

3.污染土壤的改良——高濃度污染的土壤則須進行換土工作，將污染土移走，客入新的土壤。

(三) 作物缺鋅症狀實例

1.水稻缺鋅：缺鋅一般於水稻插秧後第一期作約3～4星期，第二星期約2～3星期，葉片出現淡黃化，繼呈鐵銹色或赤褐色微細斑點，而後逐漸擴大，最後葉片枯萎，分蘗減少，植株矮小，生育受阻。

2.玉米缺鋅：玉米通常於發芽1～2週間始呈現缺鋅症，首先於新葉部之葉脈間出現淡黃的條紋或褪色的寬帶，其症狀主要局限於葉的下半部，由於中肋、葉脈及葉綠含鋅量較高的關係，故仍維持綠色，一般新伸出之幼葉為淡黃或白化。

3.柑桔類缺鋅：缺鋅症狀均從新葉高始，葉脈間褪色成灰黃色、黃色，然後逐漸成肋骨狀鮮明的黃色斑紋，但中肋側脈及其主要之葉脈仍呈綠色。輕微缺鋅時，節及節尖稍減小，但缺鋅嚴重時，葉小，尖端細而長，節間變短，葉密生，果實變小畸形，結果數減少，果漿變乾、木質化、無味。

4.番荔枝缺鋅：缺鋅首先於幼葉出現，於葉脈間呈現淡綠色，但葉脈仍保持青綠，葉子小而窄，有時會扭曲。嚴重缺鋅時，枝條較短，葉身較短。