作物營養障礙徵狀

連　深

一、引　言

從植物生理的立場，作物的低產問題可以歸因於(1)營養生長之過剩，(2)營養生長之不足。

營養生長過剩主要係由於氮素肥料施用過多所致；例如水稻當氮肥的用量過多時其分蘗旺盛、葉片過份伸長繁茂，互相遮蔭，致使植物群體內部陽光不足，呼吸作用大於同化作用，根系因碳水化合物供給不足而衰弱，最後導致水稻倒伏，收量大減。改良品種之形態特性和調節氮素用量、時期可以調節適當、和諧的營養生長和生殖生長，提高光能的利用，因而獲得收量之提高。

營養生長之不足主要係由於作物生長必須的某些要素缺乏或由於土壤中某些物質或離子濃度過高，或由於土壤溶液之滲透壓過高等導致營養障礙（Nutritional disorder）所致。此等營養障礙中，元素的缺乏或過多雖然可以植物分析一一辨認，但由於種類繁多實際上並不可能。好在這些元素之缺乏或過多均各有特殊徵狀。辨認此等徵狀後可以研判所遭遇之營養障礙問題大概。故由作物徵狀初步研判後再作土壤或植物分析可以收事半功倍之效。

二、診斷作物營養障礙之步驟

㈠現地調查：在現地觀察土壤及地形、作物地上部和地下部之生長情形和徵狀，聽聞徵狀發生之經過。

1. 調查的時期應儘量配合徵狀的發生時期

例如：缺鋅徵狀往往在插秧後 2～3 週時比較明顯，但於 6 週以後卻恢復正常。

2. 聽聞徵狀發生的經過

(1)最近才發生或發生已久？如係最近才發生，而過去沒有，很可能與病蟲害有關。如發生已久，並且在同一地區普遍發生則可能與營養障礙有關。

(2)如果發生已多年，但在乾旱之年特別顯著，則有缺硼之可能。如其發生在潮濕之年顯著，則可能與錳過多之毒害有關。

(3)發生已多年，但只限於部份農田則可能與該農家之田間管理所致營養障礙有關；例如石灰施用過多可能導致硼的缺乏，鉀施用過多可能導致鎂的缺乏，磷施用過多可能導致鋅的缺乏，錳施用過多可能導致鐵的缺乏等，故農家的施肥管理情形亦需加調查。

3. 土壤及地形觀察

土壤如屬鹼性則營養障礙可能與鋅、鐵、錳等元素之缺乏有關。反之，土壤如屬酸性則營養障礙可能與鉬的缺乏，鐵的過剩等有關。除了表 1 之 pH 值外，灌溉水之 pH 值及導電度，土壤剖面之形態及排水之情形亦應加注意；鹼性水田土壤在排水不良情形下水稻往往發生缺鉀、缺鋅。酸性水田土壤在排水不良情形下水稻易發生鐵之過剩障礙。

4. 徵狀觀察

應就作物的根部、葉片及果實分別觀察徵狀。

(1)注意水耕試驗所設要素缺乏之徵狀與田間實際發生者往往有很大差異。例如田間水稻缺鉀時其下部葉片往往可以看到棕色斑點。但據吉田氏這種棕色斑點在水耕試驗的缺鉀水稻卽很少看得到。這種棕色斑點可能與缺鉀時所引起之鐵過剩有關。田間水稻缺鋅時亦有類似情形應加注意

。又品種間亦有徵狀上之差異。據云，如水稻的鐵過剩徵狀，有些品種其下部葉片並沒有棕色斑點出現，只是變成橘紅色而已。

有些病害，特別是毒素病的症狀與營養障礙徵狀相似，應向病理專家討教共同研判。

㈡植體化學分析

由徵狀的觀察懷疑某些元素的缺乏或過剩後即進行此等元素之化學分析予以確認。

㈢土壤分析

對所採土壤（風乾）測定 pH、有機質含量、陽離子交換能量、交換性鹽基、有效性磷、游離鐵等含量。土壤中 pH 值對於營養障礙之判斷功效最大－如水稻之下葉呈棕斑而土壤如爲酸性，則該棕斑可能是鐵過剩所致。如土壤爲鹼性，則可能爲缺鉀或缺鋅所致。

㈣玻璃室試驗

使用問題土壤以盆栽試驗重現症狀，並加若干處理以觀效果。試驗時要使用脫鹽水，有時候要加些纖維粉末以促進土壤還原。

㈤田間試驗

以上試驗得到結論後即在現地進行田間試驗，探討各種改良措施或施肥的效果。

三、各種要素缺乏之徵狀

各種元素在植物體內之功能及移動性難易各有不同，故其缺乏徵狀在植物體呈現之部位亦各有異。石塚氏將各種要素在植物體內之移動性分爲如下三類：

㈠缺乏症狀發生於下方之老葉者－如 K、Mg、Zn。因此等元素在植物體中最易移動故。

㈡缺乏症狀發生於上端之新葉或新組織者－如 Ca 及 B。因此等元素在植體難於移動故。Fe、Mn 也是。

㈢缺乏症狀發生於全株葉片者。雖然老葉之缺乏徵狀較新葉要嚴重些，但差異沒有㈠的情形那麼明顯←如 N、P、S，因此等元素在植物體之移動性屬中等故。

山崎氏對一般植物要素缺乏症之觀察診斷，曾作綜合性整理如下：

1. 容易在植物體內再移動之要素，其缺乏症呈現於下方成熟葉。

(1)下方葉漸次枯死，莖細小，有時帶紫紅色。

氮（N）：爲蛋白質中之胺基酸及葉綠素等之主要成分。缺乏時生長受阻，主根雖然很長卻無側根。葉色變黃，葉片小而硬，嚴重時枯乾。因在植物體內之移動性屬中等，故缺氮時葉片之黃化遍及全株，但下葉有較嚴重之傾向。

硫（S）：亦爲蛋白質中若干胺基酸之成分，故缺硫時作物亦呈黃化現象，情況和缺氮相似。

磷（P）：爲構成核酸之重要成分，對細胞之分裂、碳水化合物及蛋白質之合成，呼吸作用等均有密切關係。因在植物體內之移動性亦屬中等，故缺磷徵狀亦不集中於新葉或老葉。缺磷時葉片變小，葉色暗綠，分蘖受阻，成熟遲延。很多作物莖葉並呈紫紅色。根部生長差，很短。

鉬（Mo）：參與硝酸態氮之還原及豆科作物根瘤菌之固氮作用。缺鉬時豆科作物之葉色變淺綠至黃綠，其生長及種子生產受阻；其徵狀與缺氮相似，可能與硝酸態氮之利用受阻及固氮能力之減低有關。

(2)下方葉變黃或生成黃斑，但葉脈保持綠色。

鎂（Mg）：爲葉綠素之成分，直接影響光合成。亦爲若干酵素之成分，幫助磷在植物體內之移動，並參與油脂之合成。因在植物體內之移動性大，故缺鎂時徵狀先呈現於老葉；其葉緣及葉脈間部分引起黃化，與葉脈周圍之綠色成明顯對比。

(3)下方葉變黃或生成棕色斑點。

鉀（K）：存在於細胞液中呈溶解狀態。直接影響各種酵素作用。對碳水化合物之合成、輸送及儲藏，蛋白質之合成及蒸騰作用之調節等機能，關係重大。亦有增加作物抗寒、抗濕、抗旱及抗病蟲害之能力。由於鉀在植物體內之移動容易，缺鉀時老葉之鉀移至生長中之新葉，致使老葉由葉緣及尖端變黃而枯乾，呈燒焦狀，逐漸向內擴展，但新葉可保持正常。根部分枝少，根量銳減，但長度增加。

2.不容易在植物體內再移動之要素，其缺乏症在新葉上顯著，或局限於頂部組織。

(1)新葉變形，莖的頂端部枯死。

鈣（Ca）：在細胞膜或細胞壁中存在的較多。主要功能爲中和植物體內過剩之有機酸，強化細胞壁組織及調節體內水分。因移動性小，故缺鈣時老葉仍正常，但新葉及新根無法生長；新葉彎曲，葉尖白化，繼之，變褐色而枯死，根部則變短而粗。果菜類之代表性缺鈣症，如番茄的尻腐。其他如白菜和芹菜等之心腐病。

硼（B）：與細胞分裂，花粉受精，養分吸收及糖分之輸送等有密切關係。因其移動性亦頗小，故缺乏時，生長點之生長停止，變脆、變黃而枯死；其葉柄木栓化，根部或莖部之中心部分變黑，蕊葉多皺。木瓜缺硼時果實變小和變形；柑桔缺硼則果實變小並且硬而乾；其他代表性缺硼症有根菜類的心腐病等。由硼的缺乏症狀與缺鈣者相似一點可以推測硼對鈣之吸收利用或許有重大關係。

(2)通常莖的頂端部並不枯死。

鐵（Fe）：與葉綠素之形成有關，亦爲氧化酵素之成分。因其在植物體內亦不易移動，故缺乏時老葉保持正常而新葉則變黃至白色。

錳（Mn）：爲呼吸酵素之成分，且與葉綠素之生成有間接關係，故缺錳時新葉亦引起黃化。其徵狀與缺鐵者相近，但葉脈周邊殘留之綠色較缺鐵者明顯。

銅（Cu）：爲氧化還元酵素之成分，因而直接參與呼吸作用。其移動性亦差，故缺銅時小麥之幼葉變黃至黃白，生長受阻。果樹生長點停止伸長，繼之，由尖端部向下倒行落葉。水稻尚未聞有缺銅之報告。

鋅（Zn）：亦爲若干酵素之成分，具有氧化還原反應之接觸作用。其最重要之功能爲參與生長荷爾蒙之主成分tryptophan之合成。因移動性差，故缺鋅時因生長荷爾蒙減少，新葉細小而呈叢生狀。另在葉脈間黃化，顯出特殊斑紋；玉米缺鋅時新葉叢生，葉片中肋變白，中肋邊之葉肉沿中肋變黃而枯乾，另一邊則正常。水稻缺鋅時下方葉片常有微細銹點，有時亦有類似玉米缺鋅之徵狀。

矽（Si）：沉澱於莖葉表皮細胞內，使組織堅固。水稻與甘蔗等作物缺矽時莖葉軟弱，葉片下垂，受光態勢變劣，影響光合成，且易倒伏及易罹病害。由於其根部之氧化力較弱，根部之功能易受土壤毒害物質之影響而轉弱。

本省若干作物比較常見的要素缺乏，其症狀如圖片：



圖 1　水稻之缺鋅



圖 2　水稻之缺矽（水耕）

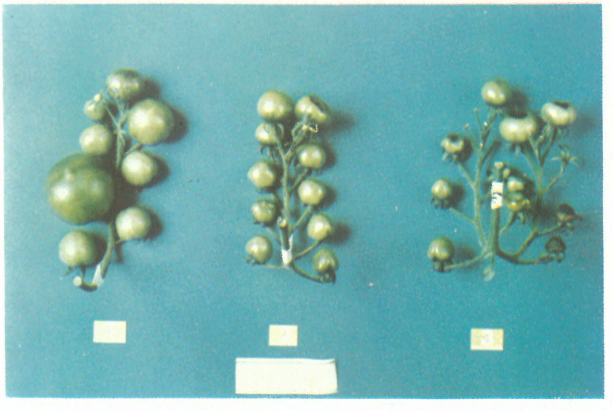


圖 3　蕃茄之缺鈣



圖 4　柑桔之缺鎂



圖 5　柑桔之缺硼



圖 6　木瓜之缺硼

*除圖 2 係由Tanaka, A and S Yoshida, 1970 Nutritional disorders of the rice Plant in Asia. IRRI Technical Bulletin 10 轉載外，其他由省農業試驗所邱再發博士提供。

四 各種元素過剩症狀

據 Tanaka & Yoshida 水稻之若干毒害徵狀如下：

㈠鐵過剩：最初小棕色斑點出現於下方葉片的尖端，漸擴及葉片的底部，並在葉脈間結合。上葉仍是綠色，但嚴重時整株葉片呈暗棕色。

㈡錳過剩：棕色斑點發生於下方葉片的葉脈及葉鞘上。分蘖少，生長受阻。

㈢鹽害：分蘖少，生長受阻，葉尖白化或黃化。

㈣硼：最先老葉的葉尖黃化。然後出現橢圓形黑棕色大斑點，以至於整片老葉枯死。

參 考 資 料

1. 山崎傳 1966 微量要素と多量要素。博友社，日本，東京。
2. 吉田昌一 1970 アジアにおける水稻の榮養障害(1)。農業技術 25 ：1－5 。
3. Sprague, H. B. (Editor) 1964 Hunger signs in crops, a symposium. Published by David Mckay Company. New York, U.S.A.
4. Ishizuka, Y. 1971 Nutrient deficiencies of crops. Published by FFTC, ASPAC, Taipei, Taiwan, R.O.C.
5. Tanaka A. and S. Yoshida 1970 Nutritional disorders of the rice Plant in Asia. IRRI Technical Bulletin 10.