

栽培施設內 土壤의 理化學的 性質變化와 그 管理對策

金 滢 玉 教授
(濟州大學校 農科大學)

1. 土壤性質의 變化要因

栽培施設의 設置는 그 施設內部的의 微氣象을 變化시키고 이어서 土壤의 性質을 變化시킨다. 微氣象의 變化는 降雨量이 灌水量으로 바뀌는 데서 오는 水分環境과 氣溫 上昇에서 오는 溫度環境의 變化로 나타난다. 이러한 要因變化는 土壤을 物理的 化學的 生物學的으로 變化시켜서 露地土壤과는 다른 土壤特性을 갖게 하거니와 그 要因들은 交互作用을 한다.

濟州道土壤의 SMR (soil moisture regime)은 udic regime 이나 施設內 土壤의 水分狀態는 전혀 달라서 土壤水分이 上昇移動을 한다. 水分狀態式으로 이를 살펴보면,

露地根圈에서의 水分狀態式은 다음과 같다.

$$P + C + G = D + M + W_p + ET$$

(P : 降水量, C : 凝結水量, G : 根圈과 下層土간의 移動水量, D : 表面流去量, M : 土濕增加量, W_p : 作物體內 水分增加量, ET : 蒸發散量)

施設內 土壤의 水分狀態式은 다음과 같다.

$$I_r + G = ET$$

(I_r : 灌水量)

여기에서 G는 微量이니 이를 計算에서 除外하면 灌水量과 蒸發散量이 等量이 될 때 이 水分狀態式이 成立된다.

濟州道 農耕地의 STR (soil temperature regime)은 mesic regime 이지만 施設內 土壤의 溫度狀態는 이와는 아주 다르다.

2. 土壤의 性質變化와 特性

udic regime 은 鹽類溶脫을 하게 되는데 반하여 施設內 土壤은 水分狀態가 鹽類集積을 하게 한다. 그러나 表土에서의 易溶性鹽類 集積은 그 組成에 있어서 乾燥地帶의 aridic regime 에서와는 전혀 다르다.

栽培施設은 施設內的 氣溫은 높이나 氣溫에 比하여 地溫을 높이지 못하니, 이러한 地溫의 低溫現象이 土壤微生物의 活動을 둔화시키고, 肥料의 分解를 늦게 한다. 低溫으로 肥料의 分解가 늦기 때문에 作物의 正常生育을 위하여 多肥施用을 하게 되고 여름철이 되어서 地溫이 높아지면 養分濃도가 그에 따라 높아져서 濃度障害를 유발한다.

부리의 正常 滲透壓은 5~7 atm이니 土壤溶液의 滲透壓이 이보다 더 높아지면 養分吸收가 阻害된다.

土壤에 주어진 化學肥料는 作物에 吸收되지만 吸收되지 않은 成分은 形態를 바꾸어서 蓄積하게 된다. 예컨대, KCl 의 Cl^- 는 Ca 와 結合해서 $CaCl_2$ 로 溶存되고, 土壤粒子에 吸着돼 있던 NH_4^+ 는 NO_3^- 로 變化되어서 Ca 와 結合을 이루어 $Ca(NO_3)_2$ 로 溶存케 된다. 集積鹽類의 組成은 一定치 않으나, 가장 많은 것이 $Ca(NO_3)_2$ 이며 다음이 $CaCl_2$, 一部는 $MgSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$ 로도 溶存集積된다. P_2O_5 는 固定돼 있으며 溶解도가 낮으니 鹽類集積은 되지 않는다. 集積鹽類의 많은 部分이 溶存形態로 있으나 一部는 地表面에 析出되기도 한다. 析出되는 鹽은 $CaSO_4$ 가 가장 많으니 代表的이라고 볼 수 있다.

鹽類集積의 土層內的 位置는 裸地에서 < 5cm이고, 作物栽培地에서는 根分布 部位인 15~20cm인데, 水分이 蒸發되거나 根吸收로 土壤水分이 적어진 곳에 集積된다.

灌水와 鹽類集積과의 關係를 보면, 灌水는 地表面에 水分供給을 해서 根圈에 이르지 못하거나, 根圈에 이른 水分도 高溫 때문에 바로 蒸發해서 원래 狀態로 되돌아가 버린다. 多量灌水로 50mm (50ℓ/m²) 灌水하면 數10cm 鹽類가 下降하나 1개월 또는 2개월 내에 다시 원래상태가 된다. 200mm (200ℓ/m²) 灌水해도 數개월 뒤에는 원래대로 되어버린다.

鹽類濃도가 作物에 미치는 영향은 土壤의 水分狀態에 따르는데 水分含量이 많으면 鹽類濃도가 떨어져서 濃度障害가 적어진다. 理想的인 것은 孔隙이 많고 通氣性이 좋은 粒團構造土壤이니 土壤管理로 物理性을 바로잡아야 한다.

肥料分解는 地溫이 15℃ 이상 上昇하면 促進해서 鹽類集積이 甚해진다. 全鹽濃도가 높아지면 NH_4^+ 의 溶出이 增加된다. NH_4^+ 의 溶出로 作物吸收에 阻害影響을 크게 받는 것은 Ca 이고 B도 비슷한 영향을 받는다. 全鹽濃도가 作物生育에 미치는 영향을 보면, 露地에서는 障害를 주는 3,000ppm에서 一部 作物을 除外하고는 대부분의 作物에 影響을 주지 않는다.

3,000 ~ 5,000 ppm에서는 養分 相互間의 均衡이 깨지고 間接的인 障害가 생긴다. 5,000 ~ 10,000 ppm에서는 NH_4^+ 이 검출되고, NH_4^+ 가 集積되어서 Ca 吸收阻害에 따른 組織萎縮이 일어난다. 10,000 ppm 이상에서는 作物이 直接 濃度障害를 일으켜서 一部 萎凋된다. 露地 土壤의 全鹽濃度는 3,000 ppm까지 높아지는 일이 별로 없지만, 施設內 土壤에서는 10,000 ppm 이상 上昇되고 때로는 20,000 ppm까지 높아져서 作物이 完全萎凋되기도 한다.

鹽類集積과 관련해서, 土壤反應에 대한 作物生育樣相은 露地에서와는 다르다. 土壤 pH가 酸性을 나타내더라도 土壤溶液의 pH는 中性일 수 있다.

그리고 土壤微生物의 活動을 支配하는 要因으로는 土壤反應이 中性일 것, 鹽類濃도가 1,500 ppm 이하일 것, 地溫이 10°C 이상일 것, O_2 供給이 알맞을 것, 有害物이 없어야 할 것 등을 들 수 있는데, 이것들은 곧 N代謝菌의 活性化條件이 되기도 한다. 그리고 施設內에서 發生하는 NH_3 gas나 NO_2 gas의 發生과도 관련성이 있는 것이다.

3. 管理對策

施設土壤에서의 鹽類集積은 불가피한 것으로 봐야 한다. 그러나 肥種, 施肥量, 施設方法을 잘 강구하면 集積速度를 아주 늦출 수 있으며, 集積된 鹽類는 除鹽方法을 考案해서 除去시켜야 한다.

대체적으로 多量施肥되고 있으니 施肥量を 줄여야 한다. 露地土壤에서 N는 利用率이 50%이니 그 2배량을 施肥하고 있는데 施設內에서는 露地施肥量の 75%를 기준으로 하되 鹽類集積 程度를 봐서는 더 減量해야 할 때도 있다. P_2O_5 나 K_2O 는 作物의 吸收率이나 肥料의 動態로 봐서 露地에서와 같은 量을 施用하여야 할 것이다. 그리고 肥料分이 溶脫되지 않으니 基肥만으로도 充分하나 濃度障害를 고려해서 化學肥料는 分施하는 편이 좋다. 全面施肥는 鹽類濃度を 빨리 높이니 部分施肥가 바람직하며, 特別히 鹽類濃度を 높이는 肥種으로는 NH_4Cl 가 있는데 施用하지 말아야 한다. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 도 年一回에 限해야 하고, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 는 gas 發生의 위험이 있다. KCl 은 鹽類濃도가 높을 때 不適하다. 先進國에서는 液肥를 쓰고 있다.

有機質肥料는 바람직한 것이기는 하나 施用方法을 充分히 고려해야 한다.

除鹽方法은 鹽類를 물로 施設外部로 洗去시키는 것이다. 地面下 60 ~ 70 cm 깊이에 5 ~ 8 cm 直徑의 排水管을 묻고 암거배수시키는 것이며, 그외에도 독특한 方法을 강구할 수 있을 것이다.

다른 方法으로는 土壤交換, 土層上下置換法 등도 고려할 만한 方法이다.