

작물의 무기영양결핍증 진단

건국대학교 농과대학교수 백 수 봉

1 진단의 목적 및 방법

작물의 생육은 종, 품종이 가지는 생리적, 형태적 또는 유전적 형질(내적 요인)과 생육하는 환경의 조건(외적요인)에 지배되어 영향을 받게 된다.

그러므로 많은 수확을 얻기 위하여서는 적합한 작물종의 선택과 작부체계, 비배관리 등 재배기술의 확립이 요구된다. 작물의 생산은 토양중의 양분원소의 이용을 기초로 하고 있으므로 작물의 정상적인 생육을 위해서는 많은 종류의 무기 성분을 적당한 비율로 공급하는 것이 필요하다. 따라서 생육상 필요한 각종 양분의 토양으로의 공급 양상이 작물 재배상 문제가 된다.

작물의 생육은 주로 영양조건에 지배되는 경우 필요로 하는 양분 중에서 최소의 공급율을 갖는 양분에 의해 생육이 지배된다. 물론 작물 뿌리는 토양에서 흡수되는 각종 양분과 그 양은 작물의 영양 특성이나 양분 흡수기능에 따라 차이가 있으며 한편, 흡수의 결과가 작물의 요구성을 바르게 반영시킨 것이라도 평가하지 못한다는 것도 알려져 있다.

또 토양을 배지로 하는 경우 그것이 보지하는 양분의 공급능은 토양의 물리, 화학, 생물적 특성에 의해

기배된다. 그러므로 토양은 큰 완충능을 가지고 있기 때문에 단순히 특정의 공급율이 낮은 양분을 공급하는 것 뿐이므로 그의 직접적 효과를 기대할 수는 없다. 따라서 토양이 갖는 복잡한 기능과 작물의 영양 생리적 특성을 이해하여 적당한 보급을 행하는 작업을 비배 관리의 기술로서 확립할 필요가 있다.

이와 같은 작업을 행하기 위해서는 미리 작물의 생산이나 재배법에 관한 기상, 토양 등의 자연 환경조건에 검토를 가하고 이런 환경조건 하에서 생육하는 작물의 생육상태가 정상적인지, 아닌지를 직접 진단하는 작물진단을 실시하여 작물의 생육이나 변화에 대응해서 여러 가지 대책이나 처치를 해야만 된다.

작물의 생육상태를 각 생육상에 보이는 여러가지 증상에 의해서 생육의 양부를 직접 진단하는 경우 특히 생리, 생태적인 장애상황 등에 의해서 판정하는 경우를 영양진단이라 한다. 따라서 영양진단은 작물간의 영양, 생리적 특성을 밝혀 작물체의 영양상태를 어떤 방법으로 평가하여 생산을 증대시키기에 필요한 시비 등의 대책 방법을 결정하기 위한 자료를 얻는 것을 목적으로 한다.

비교적 간단한 영양진단법

영양진단 방법은 작물의 외면에

나타난 여러가지 증상에 따라서 행하는 방법으로 비교적 간단한 방법이다.

작물은 양분원소 중에 단지 한가지 종류가 결핍이되면 작물의 정상적인 대사가 교란되어 생육이 저해된다. 양분원소에 따라서는 그것이 부족하면 작물의 특정 기관의 발육이 특히 나쁘게 되는 일이 있어 이것이 판정의 기준이 된다. 많은 경우에 결핍증상으로 잎의 황변등 특징이 있는 증상이 발생한다. 이런 증상은 작물이 이것을 필요하는 부위에 유효태의 양분이 부족되어 있기 때문이다. 또는 이 양분의 흡수나 생리기능에 상호작용을 갖는 다른 양분원소의 수준에 이상을 초래하기 때문이다.

이런 증상의 관찰에 의한 영양진단은 각종 양분 하나 하나의 부족에 의하여 발생하는 여러 가지 증상에는 특이성이 있어 상호 독립해서 발생한다. 특히 작물의 종이 틀려도 같은 증상이 발생하게 되면 진단은 올바르게 판정이 된다. 그러나 작물 영양상 각종 양분은 전혀 독립되어 있는 것이 아니고 상호 영향을 미치고 있어 특정 양분의 부족은 극단한 경우를 제외하고는 다른 양분원소와의 상호작용(길항, 상조)에 대해서도 연구하는 것이 올바른 진단에도움이 된다.

◇ 작물의 무기영양 결핍증 진단 ◇

또한 증상은 작물종에 따라서 틀리는 증상을 나타내는 경우가 많으며 품종간에서도 증상이 나타나는 양상이 다르다. 이것은 중, 품종간에서 필요도가 틀리며 또한 이들 양분원소와 관계가 있는 효소계 혹은 이들 활성에 차이가 있어 대사계에 있어서 중간생성물에도 양적 차이가 있으므로 필연적으로 증상에 차이가 존재하는 것이다. 따라서 증상은 생육중에서 나타나는 것으로 몇개의 요인이 복합하여 발생하는 것이라고 생각하는 것이 타당하다.

영양진단의 수단으로서 증상을 고려할 때 이상의 것에 주의하여 판단이 틀리지 않도록 하며 이화학적 진단 등의 방법을 도입하고 외적조건에 대해서도 검토를 행하는 올바른 진단과 대책이 강구되어야만 한다.

영양진단은 농업상 수량의 감소 등에 의한 영양면에서의 개선과 필요성의 인식이 바르게 행하기 위해서 또한 이와 같은 상태에 있어서 응급적, 치료적 대책의 기술이라 본다.

2 양분의 결핍증상

양분원소의 부족에 의한 증상으로서 시각적으로 관찰하는 경우는 생육(일수, 잎의 크기 등)의 저하, 분얼, 새잎의 발생이상, 특정부위의 괴사, 이상형태의 발생, 잎색의 변

화(특히 변화가 생기는 부위, 순서 모양)이다.

이와 같은 증상은 양분의 불균형에 의하여 일어나는 것으로써 작물의 양분결핍은 단순히 본래의 대상원소의 결핍에 의하여 발생하는 것뿐만 아니라 작물 체내에서의 생리적 기능의 차이에 따라 발생하는 경우가 많다.

생육에 필수원소 16종 필요

작물의 생육에 필요한 필수원소는 현재에는 16종(C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mu, B, S, Cl, Zn, Mo)으로 알려져 있고 다른 것은 일반적으로 필수라고 입증되어 있지 않다. 작물에 따라서 어떤 종류의 결핍증이 일어나거나 또는 생육이 현저히 촉진되는 경우도 있으며 또한 미량이지만 작물 생육에 큰 영향을 미치는 원소가 있다.

필수원소 중에서 농업상 중요한 것은 다량요소 N, P, K, Ca, Mg, S로 보통의 농도에서는 일상적으로 비료로서 이들 원소를 공급하지 않으면 수량 유지가 되지 않는다. 한편 미량원소 Mn, Cu, B, Zn, Mo, Fe는 보통 천연공급량으로도 충분한 정도이다. 종래 원인은 알수 없는 생리병이나 저위생산지가 많이 보였지만 그 원인의 일부는 미량요소의 결핍

이라는 것이 판명되어 미량요소도 현재는 시비하게끔 되었다. 그러나 미량요소는 그 비효에 보편성이 없고 다량요소는 과잉되기 쉽고 그 해가 나타남도 완만하고 정도도 그렇게 크지 않으나 미량요소는 과잉이 되기 쉽고 그 해가 격심한 때도 많다.

3 무기영양 결핍의 진단법

작물재배에 있어서 수량은 많게 하고 또한 수확물의 품질을 좋게 하기 위하여서는 우선 영양생장을 촉진할 필요가 있다. 그러기 위해서는 광합성산물은 별도로 하고 질소 인산, 칼슘을 처음부터 무기요소가 배지에서 부족이 없이 공급하지 않으면 안된다. 이들 요소의 흡수, 동화의 상태가 어떠한지는 작물체의 영양상태로 되어 반영하기 때문에 실제의 작물 재배에 있어서 영양적인 원인에 의한 생육 불량이란 어느 원소의 부족에 의해 일어나는지 시비량이 적당한지 추비가 필요한지 등을 판단할 필요가 있는 경우가 많다.

발육상태 관찰로 판단 가능

작물의 영양상태가 좋은지 나쁜지는 가지의 신장, 잎의 크기와 색, 꽃이나 과실의 발육상태를 관찰하면 어느 정도 판단이 된다. 즉, 질소의

공급이 부족한가를 잎색에서 비교적 쉽게 판정된다. 그러나 인산, 칼륨 등은 극단한 결핍의 경우를 제외하고는 의관부터 판단하기 어렵고 체내성분의 화학분석이 필요하게 된다. 또한 경우에 따라서는 외부에서 여러 가지의 무기요소를 주어 그 회복 정도로 어느 요소가 부족하고 있는가를 판단하거나 토양분석을 병용하는 경우도 있다.

작물의 요소결핍 진단법으로 의관에 의한 진단, 요소 시비에 의한 진단, 작물체의 화학분석에 의한 진단, 토양검정에 의한 진단 및 지표식물에 의한 진단 등이 있다.

의관에 의한 진단법

어떤 무기요소가 결핍된 경우 작물(주로 잎)에 나타나는 특수한 증상에 따라서 그 요소의 영양상태를 진단하는 방법이다.

그러기 위해서는 먼저 각 작물이 나타내는 증상을 명확히 알아두어야 한다. 작물을 수경 혹은 사경재배해서 화학약품으로 배양액을 만들고 탈염수로 적당한 농도로 희석하여 여러 가지 무기요소의 결핍한 구를 만들어 발현된 증상을 상세하게 기재하고 칼라사진을 찍어 둔다. 미량 요소의 결핍을 일으킬 경우에는 화

◇ 작물의 무기영양 결핍증 진단 ◇

학약품을 정제하거나 탈염수를 재증류하거나 또한 용기배지에도 주의하여 불순물이 들어가지 않도록 한다. 이와같이 하여 발생시킨 증상은 포장에서 동일한 원인에 의하여 생겼다고 생각되는 증상과 비교 검토한다. 그러나 포장에서 발생한 증상은 수경 또는 사경 재배에서 나타나는 극단적인 증상과는 틀리는 경우가 있으므로 주의를 해야 한다.

▲ 증상에 의한 결핍요소의

검색표 ▲

① 하부의 성숙한 잎에 가장 뚜렷한 증상이 나타난다. ……②, ⑥

② 증상은 보통 작물전체에 나타난다. 특히 하위의 잎부터 말라 죽는다. ……③, ④, ⑤

③ 작물체 전체가 담록색을 띤다. 하부의 잎은 황색 혹은 말라 죽어 담갈색으로 된다. 결핍이 생육 후기에 일어난 경우에는 줄기는 짧고 가늘어 진다. ……질소결핍,

④ 작물은 농록색을 띤다. 또한 흔히 적색 혹은 자색을 띠며 하부의 잎은 황색 혹은 말라 죽어 녹색 또는 흑색으로 되는 경우도 있다. 결핍이 생육 후기에 일어날 경우에는 줄기는 짧고 가늘게 된다. ……인산 결핍.

⑤ 생육이 어느 정도 진행된 다음에 나타나는 일이 많다. 증상은 아

랫잎부터 점차로 어린 잎에 미쳐서 잎맥간의 황화와 팽화를 수반하며 잎가장자리는 말리고 주변 선단부터 고사한다. ……몰리브덴결핍

⑥ 증상은 보통 작물체의 일부에 국한된다. 특히 하부의 잎에 반점 또는 황변이 일어난다. 하부의 잎에 죽은 부분이 생기는 경우도 있으나 말라죽는 경향이 전부는 아니다.

……⑦, ⑧

⑦ 잎에 반점 혹은 황변이 일어나고 또한 흔히 적색을 띤다. (예를 들면 목화의 경우) 잎에 죽은 부분이 생기는 경우도 있으며 잎의 첨단 혹은 주변이 상부로 말아올려져 잎이 컵모양으로 된다. 줄기는 가늘게 된다. ……마그네슘결핍

⑧ 잎에 반점 혹은 황변이 일어나고 조직이 죽은 대소의 반점이 생긴다. ……⑨, ⑩

⑨ 잎의 죽은 부분은 첨단 혹은 잎맥간에 작은 반점상으로 분포한다. 그러나 잎의 주변에서는 약간 큰 것이 생기고 줄기는 가늘게 된다. ……칼륨결핍

⑩ 잎의 고사 반점은 보통 잎맥간의 작은 구획을 넘어서 빨리 퍼지고 뒤따라 이차 잎맥 때로는 중록에도 미친다. 잎은 두텁고 절간이 짧아진다. ……아연결핍

⑪ 새로 나온 잎에 증상이 뚜렷하다. 증상은 작물체의 일부에 한하여

생긴다. ……⑫, ⑬

⑬ 어린 잎의 선단 또는 기부가 변형되어 이윽고 줄기의 정단부가 고사한다. ……⑬, ⑭, ⑮

⑭ 줄기 정단부의 새로운 잎이 솥머리모양으로 구부러지며 곧 잎의 선단과 주변에서 조직이 죽어 간다. 그 결과 생장한 잎은 선단과 주변이 특이한 모양으로 되는 동시에 줄기의 정단부가 죽게 된다. ……칼슘결핍

⑭ 줄기의 정단부에서 새로 나온 잎의 기부가 담록색으로 변하고 곧 그 부분이 죽는다. 생육의 후기에는 잎은 비틀어지고 줄기는 정단 부분부터 죽어간다. ……붕소결핍.

⑮ 잎 선단이 시들기 시작하여 특이한 황화현상을 일으킨다. 그 위에 청동색, 피사현상으로 진행된다. 심한 경우에는 그것이 잎 전체에 미치며 과실은 달리지 않는다. 그러나 포장에서 발생은 보고 되어 있지 않다. ……염소결핍

⑯ 줄기 정단부는 보통 죽지 않고 남는다. ……⑰, ⑱

⑰ 새로 나온 잎은 시들어 버린다. (선단 위조현상) 반점이나 황변은 일어나지 않는다. 결핍이 심한 때에는 줄기의 선단에 가까운 곳에서 시들고 영클어져 있게 되어 끝내 고사하는 경우가 흔히 있다. ……구리결핍

⑮ 새로 나온 잎은 황변은 되지만 시들지는 않는다. ……⑲, ⑳

⑲ 작은 고사반점이 잎위 일면에 산재하여 생긴다. 보통 대단히 가는 잎맥이 녹색 그대로 남게 되므로 잎에 그물모양이 보이게끔 된다. ……망간결핍

⑳ 고사반점은 보통 생기지 않는다. ……㉑, ㉒

㉑ 새로 나온 잎의 황변은 잎맥에 미친다. (잎맥이 담록색으로 된다) ……유황결핍

㉒ 새로 나온 잎의 황변은 두터운 잎맥에는 미치지 않는다(잎맥은 농록색으로 남는다) ……철결핍.

이 방법은 기구, 약품 등을 쓰지 않기 때문에 손쉽게 작물의 영양상태를 진단 할 수 있으나 문제점이 있다. 미리 여러가지 증상에 대하여 확실히 구별할 수 없으면 이용이 불가능하다. 왜냐하면 벼과작물에서 결핍이 현저한 경우를 제외하고는 각종의 요소결핍증상의 구별이 반드시 뚜렷하지 않기 때문이다. 또한 다른 작물에도 기상조건 토양조건, 병충해에 의해 요소결핍증상과 비슷한 증상을 나타내는 경우나 결핍증상의 발현이 억제되었거나 복잡하게 되어 판단을 잘못하게 된다.

Wallace는 다음의 몇가지 예를 들고 있다.

⑧ 기상조건

◇ 작물의 무영양 결핍증 진단 ◇

저온: 잎이 적자색으로 되어 질소 결핍이나 인산결핍과 비슷하다.

건조: 생육이 억제되며 결핍증상이 생기지 않는 경우나 잎이 청자색으로 되어 질소과잉과 비슷하며 잎이 불에 탄것처럼 되어, 칼륨결핍과 비슷하다.

풍해: 잎가장자리가 건조해서 잎이 탄것처럼 되어 칼륨결핍과 비슷하다.

① 토양조건

배수불량: 잎이 황화되며 적자색화되어 질소결핍이나 인산결핍과 비슷하다. 망간 결핍이나 철결핍에 비슷한 피사가 생기는 경우도 있다.

② 병충해

뿌리나 줄기를 침입하는 병충해에 의해 잎이 황화하거나 적자색으로 되어 질소결핍이나 인산결핍과 비슷한 경우, 잎이 불에 탄것처럼 되어 칼륨결핍과 비슷한 경우도 있다.

또한 성장점의 잎이 비틀어지거나 감던가 해서 봉소 결핍이나 칼슘결핍과 비슷하게 된다. 병의 증상에 의해 결핍증상이 은폐되는 경우도 있다.

③ 기타

잎의 기계적 장애: 잎이 기계적장애를 받아 찢라지는 경우 남은 부분의 절단면 부근이 적자색으로 되어 인산결핍과 비슷하게 된다.

약해: 잎이 황화되어 질소결핍과 비슷하게 되거나 잎가장자리나 잎맥간이 갈변되어 칼륨결핍 혹은 마그네슘결핍과 비슷한 경우도 있다.

흔히 두개 이상의 무기요소의 결핍이 동시에 나타나게 되면 각각의 요소 단독의 증상과는 전혀 틀리는 경우도 있어 외관만 가지고 영양상태를 정확히 판단하기는 어렵게 된다. 또한 영양진단으로서 외관에 증상이 나타나기 전의 비교적 빠른 시기에 진단 할 수 있어야 하므로 이런 점에서 외관에 의한 방법은 불충분하다.

그러므로 작물체의 화학분석에 의하거나 혹은 결핍의 경우, 의심이 나는 무기요소를 외부로 부터 주어 그 반응에 의한 영양상태를 정확히 파악할 필요가 있다. 이와같은 뒷받침을 얻어서 외관에 의한 진단을 활용하는 것이 좋다. <다음호에> 계속