

# 작물의 무기영양결핍증 진단

진국대학교 농과대학교수 백수봉

## 요소시용에 의한 진단법

외관에 의한 진단으로서는 어느 요소의 결핍인지 확인하기 어려운 경우 의문되는 몇개의 무기요소를 따로따로 함유하는 액을 잎에 살포하거나 발라주거나 줄기에 주사하거나 또한 뿌리에 관주하여 회복상태를 조사하고 어느 요소가 결핍되어 있는가를 판정하는 방법이다.

이 방법은 특히 미량요소의 진단에 유효하다. 살포법은 과수에 유효하여 가지별로 여러 가지의 요소액을 뿌려 그 효과를 판정한다. 관주법은 초본작물에 유효하고 도포법은 한때의 잎으로 검정할 수 있다. 살포, 도포법은 어느 것이나 어린 잎에 처리하는 편이 흡수가 빠르고 효과를 판정하기 쉽고 처리후 10~14일이면 결과를 알 수 있다. 유산철, 유산망간, 붕산 등의 미량요소를 함유한 염이면 0.5% 정도의 액에 전체액을 넣어서 사용한다. 질소, 인산, 칼륨의 경우도 이용되며 마그네슘의 경우는 짧은 기간내에 여러번 처리하지 않으면 충분히 흡수되지 않는다.

## 토양검정에 의한 진단법

토양검정은 영양진단의 보조

수단으로서 실시한다. 특히 인산결핍이나 칼슘결핍을 나타내는 포장에서는 희박한 산(1% 구연산, 0.002규정유산 등)으로 용출되는 가용성인산함량이나, 초산암모니아나 초산나트륨으로 교환되는 교환성칼륨함량이 낮으므로 재배전에 이들 함량을 측정해 두면 시비량의 결정에 큰 역할을 하게 된다. 또한 토양의 물 현탁액의 전기전도도에 의해 염류농도를 측정하면 토양 중의 NO<sub>3</sub>-N 함유량이나 가용성 칼슘 함량을 추정할 수가 있다. 그리고 토양의 PH를 측정해 놓으면 작물의 영양진단에 도움이 되는 일이 많다. 즉 철, 망간, 아연, 붕소 결핍은 알카리성 토양에서

발생하기 쉽고 칼슘, 마그네슘, 모리브덴 결핍 및 망간, 알루미늄 과잉은 산성토양에서 발생이 많기 때문이다. 근년에는 토양검정에 있어서도 작물조직검정의 경우와 마찬가지로 포장에서의 진단에 간이토양검정기를 이용한다.

작물에 결핍증이 나타나는 각 요소의 토양중 함유량을 보면(표 1)과 같다.

**작물체의 화학분석에 의한 진단법**

작물체의 일부를 채취하여 의문시되는 성분에게 화학분석을 하여 그 성분에게 관한 영양상

(표 1) 작물에 결핍증이 나타나는 각 요소의 토양중 함유량

요 소 명	결핍증이 나타나기 쉬운 함량		건전 토양의 함량	
질 소	초 산 태	0.5mg 이하		3~8mg
	암모니아태	2.5mg이하		5~15mg
인 산	유 효 태	5mg 이하	유 효 태	6~20mg
칼 리	치 환 성	8mg이하	치 환 성	15~20mg
	(채소는)	20mg이하)		
칼 슈	치 환 성	100mg이하	치 환 성	200~400mg
마그네슘	치 환 성	10mg이하	치 환 성	25~50mg
규 산	유 효 태	10mg이하	유 효 태	15mg이상
붕 소	유 효 태	0.3ppm이하	이 환 원 성	0.8~2.0ppm
망 간	이 환 원 성	50ppm이하	이 환 원 성	100~250ppm

\* 다량요소는 건토 100g 중 mg, 미량요소는 건토 1,000g 중 mg

태를 진단하는 방법이다. 작물체 내의 성분은 그것이 재배되고 있는 토양 또는 배지중의 함량에 좌우되는 경우가 많아서 이전에는 토양분석에 의한 진단을 하였다. 그러나 토양중에 함량이 많아도 토양의 물리적조건 등에 의해 작물체가 그 성분을 충분히 흡수하는데 제한을 받게되므로 토양분석 보다는 작물체를 직접 분석하여 흡수된 성분량으로서 영양상태를 진단하는 것이 실용적이라고 본다. 이 방법에 의하면 외관증상에 의한 판정을 내부성분적으로도 돌릴수 있음과 동시에 증상이 발현되기 전에 그 성분의 부족을 판단하여 조기진단이 가능하게 되었고 또한 진단에 따라 추비등의 필요성을 판정하게 된다. 분석하는 성분은 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 유황 미량요소로는 철, 붕소, 망간아연, 구리, 몰리브덴 등이다.

### 분석하는 부분은 잎이 좋아

분석체의 작물체의 부분은 잎이 가장 좋다. 이것은 활발하게 대사하여 성장하는 기관이기 때문에 영양상태를 더욱더 좋게 반영하고 있으며 또한 일부를 채

취해도 작물체에 장해를 주는 일이 적기 때문이다. 잎 중 성분은 엽령, 작물체상의 위치, 생육시기에 따라 차이가 있다. 즉, 같은 작물체상에서도 어린잎은 늙은 잎에 비해 질소, 인산농도가 높으나 칼슘농도는 점점 저하되나 칼슘농도는 반대로 증가된다.

그래서 정상이라 생각되는 작물이라 결핍증상은 발생하는 작물체를 비교 분석하는 경우, 같은 생육시기에 각각 대응하는 위치의 잎을 채취하여 조사할 필요가 있으며 적어도 포장의 평균 수치를 내기 위해서는 약 10~20 개체의 재료를 취한다. 즉, 과수의 잎분석에서는 지엽의 신장이 끝나서 성분함량의 변화가 적은 시기(보통 7~8월)에 조사지역의 균일한 나무 10개체를 대상으로 각 나무의 수관 주위의 눈앞 높이에서 발육 중정도의 신소 10~20개를 선택하여 각 가지의 중앙잎은 1매 취하여 모두 100~200매를 채취한다. 잎면적 2% 초산으로 닦아서 70℃로 건조 분쇄하여 분석재료로 한다. 일반적으로 발작물에서는 생육 중 기경에 한 밭에서 적어도 20주를 선정하여 각 주의 성숙잎 중 가장 어린잎 1매씩 채취하여 위와

◇ 작물의 무기영양 결핍진단 ◇

같은 방법으로 처리하여 분석재료로 한다.

영양진단의 경우 많은 수를 짧은 기간내에 분석할 필요가 있어 정확도는 어느 정도 떨어지나 신속한 방법이 요구된다. 요사이 분석기기가 발달되어 Flamephotometer, 광전비색계, 원자흡광분석장치 등을 이용하여 비교적 신속하게 분석을 하게끔 되었다.

이상의 방법은 실험실에서 기기를 사용하여 분석하는 방법이고 포장 그대로 진단하는 데는 거리가 멀다. 그래서 채소를 비롯한 비교적 다즙한 초본작물에서는 포장에서도 진단하는 간이 조직검정법도 고안되었다. 이것은 위의 방법이 작물체내 있어서 무기요소 각각의 전함량을 분석하는 것과 틀려 작물즙액 중

〈표 2〉 벼, 채소류의 엽중 요소 함량의 결핍·적량의 판정 기준

작물명	함유 정도	건 물 100g 중 g (%)					건 물 1kg 중 ppm (PPm)					
		질소 (N)	인산 (P, O <sub>2</sub> )	칼리 (K, O)	칼슘 (CaO)	마그네슘 (MgO)	붕소 (B)	망간 (Mn)	철 (Fe)	아연 (Zn)	동 (Cu)	몰리브덴 (Mo)
벼 (수확기)	결핍 적량		0.1 이하	1.3 이하		0.1 이하 0.15~0.25	1.0 이하 3~5	20 이하 80~200	30~200		40~50	
오 (경엽)	결핍 적량	2.5 이하 3.0~3.5	1.0 이하 1.0~1.5	4.0 이하 4.5~6.0	3.0 이하 3.5~6.0	0.5 이하 1.0~1.5	15 이하 20~50	10 이하 20~100	50 이하 100~200	8 이하 20~30	5 이하 6~15	0.15 이하 0.5~1.0
토마토 (엽)	결핍 적량	2.0 이하 2.5~3.0	0.6 이하 0.7~1.5	3.5 이하 3.5~4.5	1.5 이하 2.7~4.5	0.4 이하 0.7~1.0	10 이하 15~30	5 이하 20~200	100 이하 100~300	10 이하 15~30	3 이하 3~15	0.5 이하 0.5~1.0
양배추 (외엽)	결핍 적량	2.5 이하 3.0~4.0	0.8 이하 1.0~1.5	3.0 이하 3.5~5.0	2.5 이하 3.0~5.0	0.4 이하 0.5~0.8	10 이하 15~50					
배추 (외엽)	결핍 적량	2.0 이하 2.5~3.8	0.5 이하 0.8~2.0	4.0 이하 4.5~6.5	3.3 이하 3.5~5.0	0.4 이하 0.6~0.8	15 이하 20~50					
시금치	결핍 적량						10 이하 15~20	20 이하 30~60				1.1 이하 1.0~2.0
셀러리	결핍 적량						15 이하 30~70	20 이하 50~150		80~150	5~15	
파	적량						15~30	20~80		50~90	5~15	
무우	적량						40~70	30~100		40~80	5~15	0.5~1.0
당근	적량						20~60	50~150		50~90	5~10	0.5~0.8
고구마	결핍 적량				1.5 이하 2.0~3.0	0.2 이하 0.3~1.0	20 이하 20~50			20~50	3 이하 3~10	
감자	적량						30~80	100~200		100~200	10~25	0.5~1.0

비고 1) 규산(矽酸)은 벼에서는 8.0%이하에서 결핍 10~20%가 적량

2) 황산(硫酸)은 토마토에서는 0.1%이하에서 결핍 0.2~0.3%가 적량

3) 염소는 많은 문헌을 기초로 저자(前田)가 추정하여 개략의 기준을 작성한 것이다.

의 수용성의 성분(질소이면 NO<sub>3</sub>-N, 인산이면 PO<sub>4</sub>-P) 에 특수한 시약을 넣어 정색반응의 정도에 따라 함량을 판단하는 정성 혹은 반정량적인 방법이다. 채

소에는 어린 성숙잎의 잎자루를 스폰지로 눌러 나온 즙액을 검정하는 경우가 많다. 작물의 요소 표준 함량이나 결핍수준의 예를 보면 <표 2> <표 3> 과 같다.

<표 3> 주요 과수의 엽중요소 함량의 결핍, 적량의 판정 기준

종 류	함 유 정 도	물 100g 중 g (%)					물 1kg 중 mg (PPm)					
		결 소 (N)	인 산 (P, O <sub>4</sub> )	칼 리 (K, O)	칼 습 (CaO)	마그네슘 (MgO)	붕 소 (B)	망 간 (Mn)	철 (Fe)	아 연 (Zn)	동 (Cu)	몰리브덴 (Mo)
온 주 밀 감 (보 통 온 주)	결 핏	2.0 이하	0.10 이하	0.7 이하	2.0 이하	0.25 이하	20 이하	30 이하	35 이하	25 이하	4 이하	0.05이하
	적 량	2.5~3.0	0.15~0.18	1.0~2.0	2.5~4.0	0.30~0.60	30~100	30~100	50~150	30~150	5~15	0.1~3.0
사 라 과 (국 평)	결 핏	2.0 이하	0.10 이하	1.2 이하	0.5 이하	0.20 이하	20 이하	20 이하		15 이하		
	적 량	2.5~3.3	0.13~0.23	1.3~2.2	0.8~1.3	0.27~0.43	30~50					
일 본 배 (7 월하순~8 월상순채취)	결 핏	0.8 이하	0.07 이하	0.4 이하		0.25 이하				15 이하		
	적 량	2.5	0.12~0.14	0.8~1.4	2.5~3.0	0.27~0.40						
복 승 아 (대 구 보) (6 월중순채취)	결 핏	2.0 이하	0.12 이하	0.8 이하		0.25 이하	20 이하	25 이하		20 이하		
	적 량	3.4~3.5	0.20	1.6~2.0		0.27~0.40	30~100					
포 도 (태 라 핵 어) (7 월상순~8 월상순채취)	결 핏	0.6 이하	0.10 이하	0.4 이하	0.5 이하	0.25 이하	15 이하	30 이하			5 이하	
	적 량	2.5~2.9	0.17~0.19	0.7~0.9	0.7~1.2	0.26~0.50	20~250	30~60			6~15	
감 주 포 도 범 위	함 유 범 위	2.1~3.3	0.17~0.20	0.9~2.0	2.3~2.5	0.19~0.32	25~200	30~100				
	결 핏	1.5 이하	0.05 이하	0.5 이하				30 이하				
감 (부유) (9 월상순채취)	적 량	2.3~2.6	0.12~0.14	1.5			50~100	50~2,000				
	결 핏	1.8 이하				0.003 이하	25 이하		15 이하			
호 도	적 량	2.0~2.5				0.02~0.04	100~250		20~30			
	결 핏	1.5 이하	0.10 이하	0.5 이하	0.01 이하	0.10 이하						
비 과	적 량	2.0~2.5	0.12~0.20	1.0~1.8	0.15~0.30	0.15~0.30						

온주밀감은 사이토(佐藤) 등이 성목(成木)의 춘엽(春葉)을 8 월하순~9 월상순에 채취한 것과 구보다(久保田) 등의 유목(幼木)의 춘엽, 하엽의 분석결과와 마에다(前田) 등의 성목의 춘엽을 10 월하순에 채취하여 분석한 것들을 종합관정하여 기준을 작성하였다. 또 사과는 도우후구농시(東北農試) 원에부 및 야오모리(靑森)사파시험장의 성적을 기초로 하여 정하였다.

**지표식물에 의한 진단**

요소결핍이 극히 일어나기 쉽고 또한 그 증상이 항상 일정한 것을 지표식물로 하여 이것은 재배 관찰함으로써 그 토양의 결핍 요소의 종류, 결핍정도를 알아 그 토양에 재배한 다른 작물의 요소결핍의 진단에 이용한다. 결

① 질소결핍(꽃배추, 양배추)

생육은 나쁘고 잎은 위로 향하며 잎색은 연하다. 증상의 진행에 따라서 황~등~적색(때로는 자색)을 띠고 아랫잎부터 조기 낙엽한다.

② 인산결핍(유 채)

생육은 나쁘고 줄기는 가늘다. 잎은 둔한 자색을 띤다. 증상의 진행에 따라서 선명한 황~적색을 나타내고, 아랫잎부터 조기 낙엽한다.

③ 칼륨결핍(감자, 대조작물로서 꽃배추, 잠두)

감자에서 잎은 청록색으로 되고 잎맥간의 황화를 일으킨다. 초기에는 잎의 뒷면에 반점이 생기며 잎끝이나 잎가장자리는 불에 탄것처럼 된다. 결핍이 매우 심하면 전체가 위축하여 줄기는 초기에 고사한다.

꽃배추에서는 생육이 정지되고 잎은 청록색으로 되며 잎맥간

에 황화를 일으킨다. 잎가장자리는 불에 탄것처럼 되어 윗쪽으로 말린다. 잎가장자리가 불에 탄것처럼 되지않은 잎은 아랫쪽으로 말린다.

잠두는 절간이 짧아지고 잎가장자리는 흑갈색으로 불에 탄것처럼 생긴다.

④ 칼슘결핍(꽃배추, 양배추)

어린작물에서는 황화가 생기며 잎가장자리는 약간 백화한다. 성장한 주에서는 중심잎의 잎가장자리가 불에 탄것처럼 생기고 엽육부는 괴사하고 성장점도 고사하게 된다.

⑤ 마그네슘결핍(꽃배추, 대조작물로 감자, 밀)

꽃배추는 아랫잎에서 반점성 황화 또는 대리석모양의 황화가 발생하며 증상의 진행과 함께 황백~황~등적~자색을 띤다.

감자에서는 우선 아랫잎의 중앙부와 잎가장자리가 갈변하여 조기 낙엽한다. 잎의 갈변 이전에 잎맥간에 황화가 생기는 경우도 있다.

⑥ 철결핍(꽃배추, 양배추, 대조작물로 감자, 연맥)

우선 잎의 반점성 황화가 생기고 잇따라서 조금만 더하면 백화한다. 그러나 이 증상은 망간결핍의 증상과 혼동하기 쉽기 때문

때문에 망간결핍과는 구별하기 쉬운 철결핍 특유의 황화가 생기는 연맥 혹은 감자의 증상과 대조하여 판정할 필요가 있다.

⑦ 망간결핍(사탕무우, 연맥, 감자, 근대)

사탕무우, 근대는 잎이 직립하고 반점상 황화가 생긴다. 잎형은 삼각형으로 되고 잎가장자리는 내측이 말린다.

연맥에서는 어린작물잎의 기부에 황회색 또는 갈색의 장형의 작은 반점이 생긴다. 이 반점은 후에 서로 합치며 심하게 상한부분의 끝에서 쪼개진다. 그 잎은 나선상으로 비틀어지고 뒷따라 갈변한다.

감자는 잎이 황화를 일으켜 말리고 어린잎의 생육은 나쁘고 주맥이나 지맥에 연해서 작은 반점이 생긴다.

⑧ 붕소결핍(사탕무우, 근대, 유채, 국화속)

사탕무우, 근대에서 어린잎은 고사하고 윗부분에 다수의 이상이 있는 작은 잎이 생긴다. 늙은 잎은 위조하고 색을 잃으며 엽편은 위축, 열개하며 잎이 불에 탄것처럼 되고 화청소를 띠게 된다. 또한 잎자루는 아랫쪽

으로 만곡하게 되며 지면으로 뻗어간 형태로 된다. 뿌리는 정부 또는 측면이 갈혹변한다.

붕소결핍에 특히 예민한 증상을 띠워 판정하기 쉬운 작물은 국화속(*Hibiscus cannabinus* L.)이다. 일반증상은 다른 작물과 차이가 없으나 특유한 증상은 잎자루가 아랫쪽으로 만곡하는 현상이다. 이것은 우선 잎자루의 가운데에 변색 무늬가 생겨 이 부분이 구열이 생겨서 예민하게 만곡한다.

이상에서 설명한 각 진단법은 각각의 장단점이 있으므로 한 가지 방법만으로는 정확한 진단이 되지 못하는 경우가 있다.

따라서 몇 가지의 방법, 즉 외관에 의한 진단과 작물체분석 또는 요소시비, 혹은 외관에 의한 진단과 토양검정을 병용해서 정확한 진단을 하게끔 한다. 그리고 진단에는 기구뿐만 아니라 경험과 기술이 필요하게 된다. 앞으로 포장시험과 병행하여 조직검정, 토양검정을 하여 자료를 축적하여 합리적인 시비 및 정확한 영양진단에 가깝도록 힘써야 하겠다.

(끝)