



# 나무가 숨쉬는 토양

- 나무와 토양환경(4) ② -



박현준 | 대표이사  
(주)푸름바이오  
hunjun1@hanmail.net



## 3. 양분결핍으로 인한 나무의 피해현상과 시비방법

나무의 양분결핍으로 인한 피해현상은 토양 내 양분이 부족하거나 혹은 양분이 수목이 흡수할 수 없는 형태로 존재하는 경우에 나타난다. 나무는 분자량이 작은 당, 아미노산, 유기산을 제외하고 대부분 토양 내 존재하는 무기 양분만을 흡수할 수 있다.

다음 <표 12-7>은 나무가 흡수할 수 있는 양분의 형태와 나무의 생육이 양호한 토양의 양분농도를 나타내었다.

< 표 12-7 > 나무가 흡수할 수 있는 양분형태와 토양중 농도

영양소	나무가 흡수하는 형태	건전한 토양용액에 들어 있는 양분의 범위(ppm)
질소	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$	300~3,000
인	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^{2-}$	0.001~20
칼륨	$\text{K}^+$	1~50
황	$\text{SO}_4^{2-}$	3~5,000
칼슘	$\text{Ca}^{2+}$	50~1,000
마그네슘	$\text{Mg}^{2+}$	1~100
철	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$	0.1~0.5
망간	$\text{Mn}^{2+}$ , ( $\text{Mn}^{3+}$ )	0.2~2.0
아연	$\text{Zn}^{2+}$	0.1~0.3
구리	$\text{Cu}^{2+}$ , ( $\text{Cu}^+$ )	0.01~0.02
몰리브덴	$\text{MoO}_4^{2-}$	0.001 이하
붕소	$\text{H}_2\text{BO}_3^-$	0.1~6.0
염소	$\text{Cl}^-$	10~1,000

질소, 인, 칼륨, 마그네슘은 체내 이동이 쉬운 이동성 원소로 부족할 경우 성숙 잎에서 어린잎으로 원소를 쉽게 이동시키기 때문에 그 부족 현상은 성숙 잎에서 먼저 나타난다. 반면에 칼슘, 철, 붕소는 체내 이동이 쉽게 되지 않는 부동성 원소로 어린잎과 가지, 열매에서 결핍현상이 먼저 관찰된다. 그밖에 황, 아연, 망간, 구리, 몰리브덴은 이동성이 중간 정도에 속하기 때문에, 어린잎과 성숙 잎에서 동시에 결핍 증세가 나타난다. 가장 흔한 증상은 잎에 생기는 황화 현상, 괴사, 배화현상, 작은 반점, 불규칙한 얼룩반점, 비틀림, 타죽음, 낙엽 현상이다. 가지에는 로젯트형, 왜성형, 고사, 변색 현상 등이 나타난다. 열매에는 기형, 변색, 왜소화가 흔하다. 잎에는 황화 현상이 나타날 때에도 잎이 전체적으로 황색으로 되거나, 가장자리가 변색하거나, 엽맥은 녹색을 유지하면서 엽맥과 엽맥 사이의 조직만 황색으로 되는 다양한 증세를 보이기 때문에, 부족한 원소를 찾아내는 진단 과정에 도움이 된다.

### 1) 질소 결핍

나뭇잎 속에는 질소 함량이 가장 많으며, 잎 건중량의 1.5~2% 가량이 질소로 되어 있으며, 질소가 부족할 때에는 활엽수의 경우 잎이 작고 얇아지며, 성숙엽에서 먼저 잎 전체가 황록색으로 균일하게 변한다. 이로 인하여 생장이 극히 저조해진다. 더 진행되면 성숙엽이 조기에 낙엽이 진다. 복엽은 소엽의 숫자가 감소하고 가지가 가늘어지면서 짧아진다. 꽃은 늦게 많이 피는 경향이 있고, 열매는 작고 가벼워지며, 일찍 성숙한다. 침엽수의 경우 잎이 짧고 노란색을 띤다. 잎의 배열이 엉성하고 수관 하부가 먼저 노란색으로 변색한다.



(그림 12-2) 굴나무에서 질소 결핍현상 (조경수 병해충 도감, 서울대 출판부)

#### <질소 시비법>

나무가 흡수하는 질소의 형태는 대개  $\text{NO}_3\text{-N}$ 과  $\text{NH}_4\text{-N}$ 이며 둘 중  $\text{NO}_3\text{-N}$ 이 질소의 주체가 되고  $\text{NH}_4\text{-N}$ 은 대개 보조적이다. 두 질소의 형태의 비율은 나무의 종류에 따라 차이가 있으나 대개  $\text{NO}_3\text{-N}:\text{NH}_4\text{-N}$ 의 비율이 70:30일 때 생육이 좋은 편이며 그로부터 크게 벗어나면 생육이 좋지 못하고, K, Ca의 결핍증이 생기기 쉽다. 요소나 아미노 산류가 소량 첨가되면 좋은 효과를 얻는 경우도 보고되고 있으나 과량 첨가하였을 때 급격한 암모니아 생성으로 pH 상승 및 가스발생으로 인해 피해를 볼 수 있다. 다음은 질산태질소와 암모늄태질소의 공급 원이다.

$\text{NO}_3\text{-N}$  공급원 :  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

$\text{NH}_4\text{-N}$  공급원 :  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

### 2) 인 결핍

인은 나뭇잎 건중량의 약 0.12~0.15% 가량 함유되어 있는데, 질소 다음으로 부족하기 쉬운 양분이다. 인은 산성 토양에서는 알루미늄 혹은 철과 결합하고, 알칼리성 토양에서는 칼슘과 결합하여 물에 녹지 않는 불용성 인산으로 바뀌어 식물이 흡수할 수 없기 때문에, 중성 토양이 아닐 경우 부족 현상이 자주 나타난다. 나뭇잎 중 인의 함량이 0.1% 이하로 내려가면 피해증상이 나타난다. 질소의 경우와 마찬가지로 성숙엽에서 피해증상이 먼저 나타나는데, 잎에 나타나는 증세는 질소 결핍에 비해서 더 다양하다. 어린잎은 오히려 짙은 녹색을 띤다.

활엽수의 경우 성숙엽에서 황화 현상이 오거나, 엽병과 엽맥이 적자색으로 변하며, 잎이 작고 약간 뒤틀리면, 영성하게 부착되어 있고 조기낙엽이 진다. 가지 길이는 정상이나 가늘게 보이며, 꽃과 열매가 적게 달린다. 침엽수의 경우 잎이 어두운 청색, 보라색 내지 회녹색으로 변하며, 더 진전되면 수관 하부부터 낙엽이 지며, 뿌리가 영성해진다.

#### 〈인 시비법〉

인결핍 현상은 주로 산성 토양과 알칼리성 토양에서 나타나기 때문에 석고 또는 석회를 통하여 토양산도를 중화시켜준다. 식물이 보통 흡수하는 인의 형태는  $H_2PO_4^-$  또는  $HPO_4^{2-}$  이며 전자가 대표적이다. 인산의 공급원으로 사용되는 물질은  $NH_4H_2PO_4$  가 적합하다. 더욱 값싼 것으로 과인산석회  $[Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + CaSO_4 \cdot 2H_2O]$ 이며 인산 이외에 Ca 와 S의 공급원이 되기도 하나 용해도가 낮으므로 미리 잘 녹인 것을 사용해야 한다.



### 3) 칼륨 결핍

나뭇잎의 칼륨 함량이 활엽수의 경우 0.6~0.1% 이하, 침엽수의 경우 0.2~0.4% 이하로 떨어지면 피해현상이 나타난다. 생장이 감소하며, 결핍 현상이 성숙엽에서 먼저 나타난다. 활엽수의 경우 잎의 가장자리와 엽맥 사이 조직에서 황화 현상이 보이고 후에 검은 반점이 생긴 후 괴사한다. 가지에는 잎의 숫자가 적어지고 여름에 고사하며, 측지가 꼬불꼬불 자라며 길이가 짧다. 꽃이 적게 달리며, 열매가 작고 색깔이 빈약하다. 침엽수의 경우 잎의 길이가 짧아지고 성숙엽이 처음에 어두운 청록색을 보이다가 후에 황색, 적갈색으로 변하며, 나중에 잎 끝이 먼저 괴사하고, 낙엽이 진다. 서리 피해에 약해지고, Verticillium 같은 병균에 대한 저항성도 감소한다.

#### 〈칼륨 시비법〉

질소원으로 사용되는  $KNO_3$ 가 칼륨의 공급원도 되며  $K_2SO_4$  또는  $KCl$ 을 사용하나 나무에는  $K_2SO_4$  형태의 비료가 적합하다. 또한 유기물을 멀칭으로 토양에 덮어두면 유기물로부터 칼륨이 쉽게 용탈되어 효과를 볼 수 있다.

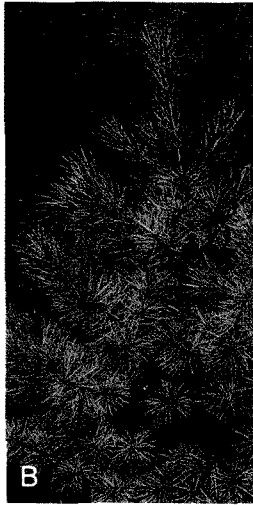
### 4) 마그네슘 결핍

나뭇잎의 마그네슘 함량은 건중량의 0.1~0.2% 정도이다. 마그네슘의 결핍 현상은 일반 토양에서는 거의 볼

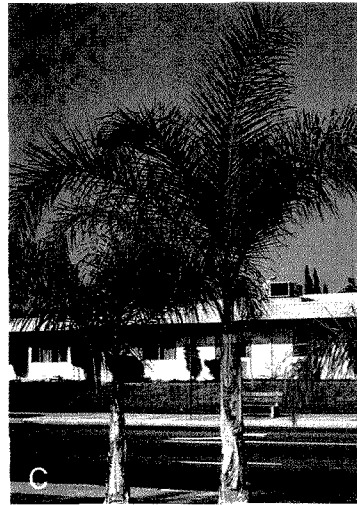
수 없으나, 최근 산성비로 인하여 토양이 산성화된 곳의 조경수에서 나타나고 있다. 나뭇잎 중 마그네슘의 함량이 0.08% 이하로 내려가면 피해증상이 나타난다. 체내 이동이 잘 되기 때문에 성숙한 잎에서 병징이 먼저 나타난다. 활엽수의 경우 잎이 얇아지는 경향이 있고, 성숙엽의 가장자리가 붉은색으로 변하며, 차차 엽맥 사이 조직으로 확대되어 결국 잎이 괴사한다. 조기낙엽이 지며, 가지는 결핍 현상이 보일 때까지 정상으로 생육한다. 침엽수의 경우 2년 혹은 3년생 성숙한 잎 끝이 오렌지 혹은 적색으로 변색된다. 잎에서 변색된 곳과 정상적인 녹색을 띤 곳의 경계가 뚜렷하게 보이며, 수관 하부에서 먼저 증세가 나타난다.

〈마그네슘 시비법〉

MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O 등을 토양에 시비한다.

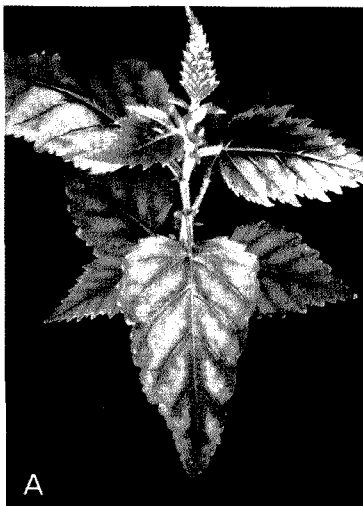


스트로브 잣나무

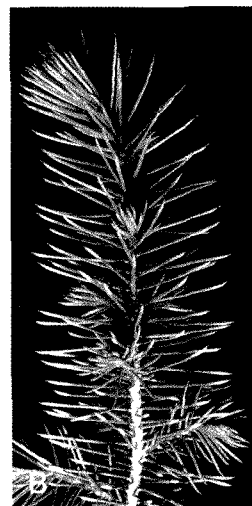


여왕야자나무

〈그림 12-4〉 침엽 결핍현상(조경수 병해충 도감, 서울대 출판부)



종이자작나무



흑가문비나무

〈그림 12-5〉 활엽 결핍현상(조경수 병해충 도감, 서울대 출판부)

## 5) 철 결핍

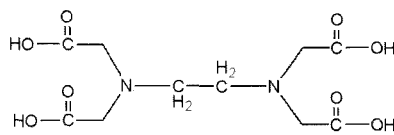
철의 결핍 현상은 수목의 미량원소 중에서 가장 흔하게 나타나는데, 산성 토양에서는 철이 쉽게 흡수되어 결핍되지 않고, 대신 알칼리성 토양에서 자주 관찰된다. 나뭇잎 중 철의 함량이 25~40ppm 이하로 되면 결핍증이 나타나는데, 체내에서 이동이 잘 되지 않아 어린잎에서 먼저 나타난다. 활엽수의 경우 어린잎의 엽맥 사이 조직이 황화 현상을 보이며, 엽맥은 정상이다. 가지 기부에 있는 성숙엽은 짙은 녹색으로 남아 있다. 더 진전되면 잎의 가장자리와 끝이 흑갈색으로 타들어가면서 낙엽이 진다. 잎이 작아지는 경향이 있고, 가지가 가늘고 길어지며, 결국 가지가 고사한다. 열매의 색깔도 빈약해진다. 쌀쌀한 봄에 심하게 나타난다. 침엽수의 경우 새순이 황화 현상을 보이면서 왜성으로 자라며, 수관하부는 정상적으로 녹색을 유지한다.



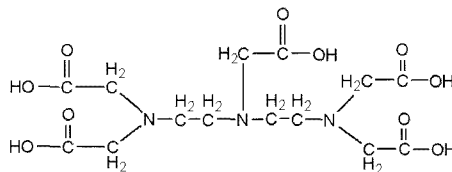
〈그림 12-6〉 벚크스나무에서 철 결핍현상(左: 어린잎에서 결핍증상, 右: 정상, 조경수 병해충 도감, 서울대 출판부)

### 〈철 시비법〉

FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 또는 Fe-EDTA, Fe-DTPA를 토양에 시비하나 철을 킬레이트할 수 있는 EDTA와 DTPA를 이용한 철을 사용하는 것이 나무에서는 적당하다. 철 결핍을 진단하는 간단한 방법은 황화 현상을 보이는 잎에 0.1% Fe-EDTA 용액을 분무한 후 녹색이 회복되는 반응을 관찰하는 것이다. 🌿



EDTA  
(Ethylene diamine tetraacetate)



DTPA  
(Diethylethylene tiramine pentaacetate)

〈그림 12-7〉 킬레이트 화합물