

생활권 수목진료 컨설팅

TREE HEALTH CONSULTING

Contents

생활권 수목 병해충

- 미국흰불나방의 생태와 방제
- 느티나무 흰무늬병

수목진료기술

- 조경수목 (5): 서양측백나무 ‘스마라그드’
- 수목생리 (7): 수목과 바람
- 도시토양 (5-1): 도시 염류 토양 및 조풍에 내성이 있는 수목
- 식재 기반 조성: 토양 진단
- 수목진료 기기 소개 (3): 토양 견밀도 조사

수목진료 현장사례

- 보호수 위험성 진단 및 관리
- 제초제에 의한 수목 피해와 진단법

수목진료 컨설팅 NEWS



미국흰불나방의 생태와 방제

박용환 이학박사 (국립산림과학원 산림병해충연구과)

미국흰불나방(*Hyphantria cunea* (Drury))의 일반명(common name)은 Fall webworm이며, 나비목(Lepidoptera), 태극나방과(Erebidae), 불나방아과(Arctiinae)에 속하는 외래곤충이다. 캐나다, 미국, 멕시코가 원산지로서 알려져 있으며, 일본, 중국, 북아메리카, 멕시코, 헝가리 등 유럽과 아시아 등 전세계에 걸쳐 넓게 분포하고 있다.

아시아의 유입은 1948년 일본에서 최초 발생하였고, 1958년 한국, 1979년 중국 등으로 확산 되었다(Warren and Tadic, 1970). 국내는 1958년 서울 이태원동에 있는 미군주둔지 부근의 가로수에서 처음 발견되었고, 이를 토대로 미군의 화물에 묻어 들어온 것으로 추정되고 있다(Woo, 1961).

미국흰불나방의 유충은 섭식하는 식물의 범위가 매우 넓은 식엽성 해충으로, 미국에서는 200여종 이상, 일본에서 300여종 이상의 기주식물로 보고되어 있다. 유충 1마리가 100~150cm²의 잎을 섭식하며 1화기보다 2화기의 피해가 심하고, 산림 내에서 피해는 경미한 편이나 도시주변의 가로수, 조경수, 정원수에 특히 피해가 심한 것으로 알려져 있다.

미국흰불나방의 크기는 유충이 30mm 내외, 성충이 28~38mm 정도이다. 월동 번데기에서 우화한 1화기 성충의 날개는 백색 바탕에 검은 점이 있는 개체가 많고, 2·3화기 성충은 백색이다. 더듬이는 암컷이 염주모양, 수컷은 깃털 모양이다. 알 덩어리는 흰 자모로 덮여있으며, 알의 직경은 0.5mm 정도이고, 구형이며 담녹색을 띠나 부화할 때가 되면 회흑색으로 변한다. 유충은 몸의 색에 변이가 많아 머리와 앞가슴의 등면은 흑갈색이며, 배의 등면과 옆면이 담황색인 것과 머리와 몸마디의 등면 및 배면이 검은색이고, 옆면은 암황색인 것이 있다. 노숙유충은 몸길이가 30mm 정도이고, 몸의 각 절에 작은 혹이 있고, 검은색과 흰색의 긴 털이 뺨뺨이 나 있다.

1년에 보통 2~3회 발생하며 수피사이나 지피물 밑 등에서 고치를 짓고 그 속에서 번데기로 월동한다. 1화기 성충은 5월~6월에 우화하며, 수명은 4~5일이다. 암컷은 유충 때의 먹이식물의 종류에 따라 차이가 있으며, 잎 뒷면에 600~700개의 알을 무더기로 낳는다. 5월 하순부터 부화한 유충은 4령기까지 실을 토하여 잎을 싸고 그 속에서 군서 생활을 하면서 엽육만을 식해하고, 5령기부터 흩어져서 엽맥만 남기고 7월 중·하순까지 가해한다. 유충기간은 40일 내외이며 노숙유충은 수피 틈 등에서 고치를 짓고 번데기가 되며 번데기 기간은 12일 정도이며, 2화기 성충은 7월 하순부터 8월 중순에 우화한다. 8월 상순부터 유충이 부화하기 시작하여 10월 상순까지 가해한 후 번데기가 되어 월동에 들어간다. 이때 번데기 기간은 약 200일이다. 특히, 지역에 따라 국소적으로 9월 하순경에 3화기 성충이 출현하여 산란한 알들이 부화하여 10월 중순까지 가해하는 경우가 있다.

미국흰불나방의 방제법으로는 화학적 방제, 생물적 방제, 물리적 방제 3가지의 방법이 있다. 첫 번째로 화학적 방제는 1화기 발생 초기인 5월~6월, 2화기 발생 초기인 7월에 농촌진흥청 농약안전정보시스템에 등록되어 있는 약제를 사용하여 경엽처리 및 수간주사 등을 실시한다.

생물적 방제법으로는 곤충병원미생물제인 핵다각체병바이러스를 각 화기별 어린 유충 가해기에 수관살포한다. 그리고 포식성 천적인 꽃노린재, 명주딱정벌레, 흑선두리면지벌레, 납작선두리면지벌레 등과 기생성 천적인 무늬수증다리좀벌, 긴등기생파리, 나방살이납작맴시벌, 송충알벌 등을 보호하는 방법이 있다.

마지막으로 물리적 방제법으로는 나무껍질 사이, 지피물 밑, 잡초의 뿌리 근처, 나무의 공동 등에서 고치를 짓고 그 속에 들어 있는 번데기를 방제하고, 특히 10월 중순부터 11월 하순까지, 다음해 3월 상순부터 4월 하순까지 월동하고 있는 번데기를 채취하면 밀도를 감소시킬 수 있다. 알 덩어리가 붙어있는 잎을 따서 소각하거나 5월~10월까지 군집해 있는 군서 유충을 방제하는 방법이다.

미국흰불나방은 생활권의 가로수, 조경수, 정원수에 피해가 심한 광식성 해충으로, 2012년 김과 길에 의해 보고된 논문에서는 총 62과 219종의 기주식물을 확인하였다. 피해 특성상 미국흰불나방의 발생을 조기에 발견하고 적기에 방제하는 것이 가장 중요한 해충이다. 이를 위해서 우리 국립산림과학원에서는 미국흰불나방의 발생시기를 예측하는 모형을 구축하고, 이를 통해 미국흰불나방 1화기 우화 최성기를 예측하여 산림병해충 발생예보 발령을 통해 미국흰불나방의 피해를 최소화하기 위해 노력하고 있다.



미국흰불나방 유충



미국흰불나방 유충



미국흰불나방 유충



미국흰불나방 번데기



미국흰불나방 성충



미국흰불나방 성충



미국흰불나방 피해



미국흰불나방 피해

참고문헌

Warren, L. O. and M. Tadic. (1970) the fall webworm, *Hyphantria cunea* (Drury). Arkansas Agric. Exp. Sta. Bull. 759pp.
 Woo, K. S. (1961) Studies on the *Hyphantria cunea* (Drury) a newly introduced insect pest. Seoul Na'l Univ. Bull. Agric. Biol. 5: 11-23.
 김동언 & 길지현 (2012) 국내 미국흰불나방의 최근 발생 및 피해보고. 한국응용곤충학회지. 51(3). 285-293.

느티나무 흰무늬병

이동현 교수 (충남대학교 수목진단센터)

느티나무(학명: *Zelkova Serrata* Makino)는 느릅나무과 느티나무속에 속하는 낙엽활엽교목으로 중국, 일본 등 동아시아 지역에 널리 분포하고 있는 수종이다. 평안남도 및 함경남도 이남에서 자생하며, 국내의 경우에는 경상북도 관내 팔공산 일원 및 보경사 경내에 자연림에 가까운 느티나무숲이 있다. 느티나무는 줄기가 곧게 자라고 평정형의 수형을 이루어 여름철 짙은 녹음을 제공하고 가을철 아름다운 단풍색을 나타내는 등 관상가치가 높아 마을의 정자목, 공원수, 가로수 등으로 널리 식재되는 등 우리 주변에서 흔하고 쉽게 찾아볼 수 있는 나무 중 하나이다.

한국식물병명목록(제6.2판)에 따르면, 2024년 기준 현재 느티나무에서의 국내 발생 수목병해는 총 10개 병해가 보고되고 있다. 이 중 잎에 발생하는 병해는 *Erysiphe zelkowae* (Henn.) U. Braun & S. Takam. 및 *Phyllactinia alnicola* U. Braun.에 의한 흰가루병과, *Septoria abeliceae* Hiray.에 의한 흰별무늬병, *Pseudocercospora zelkowae* (Hori) X.J. Liu & Y.L. Guo 등 3개의 잎 병해가 보고되어 있다.

가로수로 식재되어있는 느티나무를 대상으로 2023년부터 병해 발생 조사를 수행한 결과 대전 및 충남 권역 가로수로 식재되어있는 일부 느티나무 잎에서 점무늬 증상을 동반한 피해 발생이 확인되었으며(그림 1), 그 원인을 규명한 결과 *Pseudocercospora* sp.에 의한 흰무늬병으로 확인되었다(그림 2).

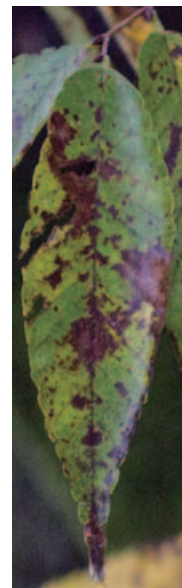


그림 1. 느티나무 흰무늬병 피해목 근·원경 사진

느티나무 흰무늬병은 느티나무에 흔하게 발생하는 병해 중 하나이며, 묘목 또는 어린 시기의 나무에 발생 시 초기 낙엽 유발 등 잎에서의 생리적 기능을 저해함에 따라 나무의 생장 저해를 초래하기도 한다. 성숙한 나무의 경우 수세에는 크게 영향을 주지는 않지만, 잎에 나타나는 점무늬 양상의 병반 형성과 함께 지저분한 상태로 병든 잎이 나무에 오랫동안 달려 있음에 따라 그 피해가 나무 미관에 좋고 나쁨에 국한되나, 해당 병해에 대한 관리가 적절치 않을 경우, 피해 정도에 따라 수목의 수세를 나쁘게 하여 2차 피해에 노출될 수도 있다.

느티나무흰무늬병균은 피해목 낙엽에서 균사 상태로 월동하고 이듬해 봄에 분생포자의 형태로 새로 피어난 어린잎에 옮겨가 감염을 일으키는 등으로 병환을 완성한다. 대전 및 충남지역의 경우 피해 당해연도 7월경 그 피해가 처음 확인되었으며, 가을 낙엽이 지기 전 10월 중순까지 그 피해가 지속, 만연함이 조사결과 관찰되었다.

느티나무 흰무늬병은 수관부 아래쪽 잎부터 병징이 나타나기 시작하여 점차 그 피해가 수관 상층부로 확산하는 피해 유형을 가지며, 발병 초기 잎 상단부 연한 갈색의 부정형 반점 형성과 함께, 이후 2~3mm 크기의 부정형, 적갈색 병반으로 진전된다. 심한 경우 인접한 병반들이 서로 융합됨에 따라 부정형의 대형 병반이 형성되며(그림 1), 병세의 정도에 따라 일부 피해 잎은 갈색으로 완전히 퇴색되고, 위로 말리면서 조기 낙엽 피해가 발생한다. 피해 잎에 발생된 부정형 병반 위에는 반투명의 분생포자(크기: 약 15~45 μm)와 분생포자경이 생성되는 황록색 또는 회갈색의 분생포자덩이가 형성되며 그 크기는 0.1~0.2mm 정도이다(그림 2).

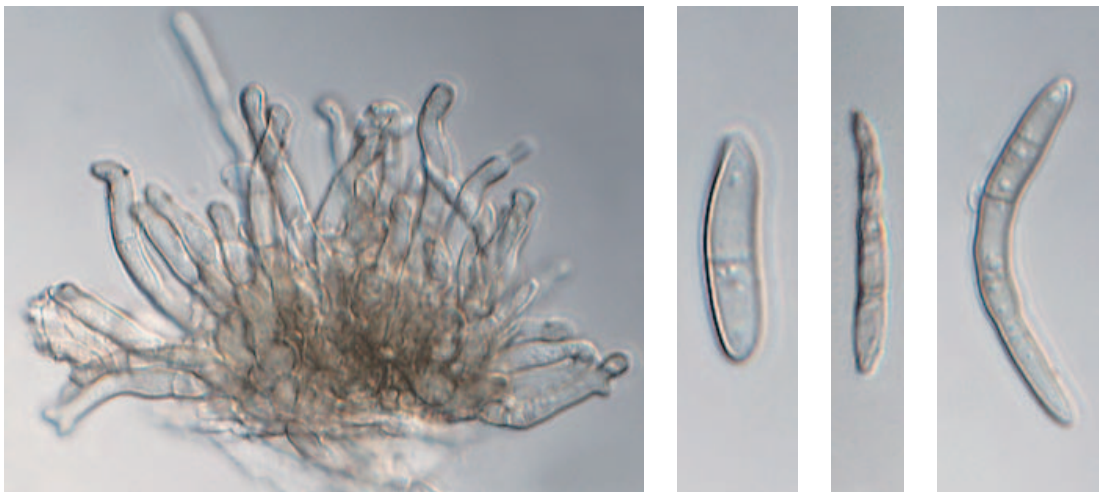


그림 2. 느티나무흰무늬병균 분생포자경 및 분생포자

느티나무흰무늬병균은 과거 분류학적으로 *Cercospora zekowae* Hori으로 명명되었으나, Liu와 Guo에 의해 1993년 *Pseudocercospora zekowae*로 그 분류학적 위치가 개정되었으며, 국내 느티나무에서의 흰무늬병 유발 병원균은 현재 *P. zekowae* 1종만이 보고되었다. 다만, 대전 및 충남권역에 식재된 가로수종 느티나무에서의 흰무늬병은 *P. zekowae* 근연종으로서 기존에 보고된 느티나무흰무늬병균과 형태적 및 계통·분류학적으로 다른 분류군에 의한 것으로 확인되었으며, 이에 대한 정확한 원인 규명 및 병원균 동정에 대한 연구가 현재 진행되고 있다.

느티나무 흰무늬병에 대한 방제법은 현재 임업적 방제만이 가능한 상황이다. 병원균의 생활환을 고려하였을 때 가을철 병든 잎에서 병원균이 월동한 후 이듬해 봄철 어린잎에서의 2차 감염으로의 병환이 지속함에 따라 피해 당해연도 가을철 낙엽된 병든 잎을 모아 태우거나 땅에 묻는 방식으로 피해지에서의 병원균의 밀도를 조절하여 그 피해 발생을 조절하는 것이 느티나무 흰무늬병의 현재 유일한 방제 방안이다.

조경수목 (5) :서양측백나무 ‘스마라그드’ (*Thuja occidentalis* 'Smaragd', 에메랄드 그린)

장광은 교수 (연암대학교 스마트원예계열 환경조경 전공)

이전에는 생울타리나 경계를 조성할 때 측백나무과에서는 서양측백(*Thuja occidentalis* L.)을 많이 사용하였으나 수년 전부터 서양측백 품종인 에메랄드 그린의 사용이 늘어나고 있다. 잎의 색이 밝은 녹색으로 에메랄드 빛이 난다고 하여 학명에 에메랄드를 뜻하는 'Smaragd'란 단어를 붙였고 국가표준식물목록에도 서양측백나무 '스마라그드'라 명명하고 있지만, 미국이나 유럽에서는 일반적으로 에메랄드 그린이라 부른다.

에메랄드 그린은 유럽이 원산지이며 1년에 20~30cm 성장한다. 서양측백나무는 수고가 10m이상 자라는 교목이지만 에메랄드 그린은 수고 4m, 수관폭 1.2m를 넘어가면 성장이 매우 느려진다. 수관폭이 원추형으로 좁고 잎의 밀도가 서양측백나무에 비해 조밀하며, 지하고가 지면에 붙을 정도로 낮아 생울타리 용도로 적격이다. 추위에도 강한 편이며 겨울에도 에메랄드 색을 유지하여 경관적인 부분에서 전세계적으로 선호도가 높다. 배수가 잘되는 양토에 식재하여야 하며 천근성이어서 건조에 취약하므로 관수를 잘 해주어야 한다. 에메랄드 그린은 추위에 강한 편이라고는 하나 유럽의 겨울보다 한국의 겨울이 건조하고 추위 2022년 겨울에 경기, 충청 일부지역에서 집단적으로 동해를 받은 적이 있어, 가뭄이 지속되거나 겨울에 온도가 따뜻해진 시기에는 필수적으로 관수를 해 주어야 한다. 에메랄드 그린은 병충해에 강하다는 장점이 가지고 있으며, 별도의 수형관리 없이도 아름다운 수형을 유지하고 성장하므로 관리에 신경을 덜 쓰고 싶은 분들에게 추천할 수 있다.

잎이 황금색을 띠는 황금측백의 국가표준식물목록 명칭은 서양측백나무 '유럽골드'(*Thuja occidentalis* 'Europe Gold')이며 에메랄드 골드라 부르기도 한다. 에메랄드 골드는 최대 5m까지 자라며 봄에 새로 나오는 잎이 빛을 많이 받아야 황금빛이 선명해지고, 이후 여름으로 갈수록 점진적으로 녹색이 많아진다.



서양측백나무



에메랄드 그린



에메랄드 골드

에메랄드 그린은 수요에 비해 공급이 부족했던 2021년, 2022년에 높은 가격을 형성하였으나 2023년부터 공급이 지속적으로 증가하여 지금은 수요와 공급이 균형을 맞추고 있다. 서양측백나무는 많은 품종이 개발되어 있으며 국가표준식물목록에 33종이 등록되어 있고 유럽의 최신 품종이 수입업체를 통해 지속적으로 들어오고 있어 다양한 선택을 할 수 있다.

생울타리를 조성하기 위해 묘목판매회사를 방문하면 에메랄드 그린 이외에도 문그로우(*Juniperus scopulorum* 'Moongrow'), 블루엔젤(*Juniperus scopulorum* 'Blue angel'), 블루애로우(*Juniperus scopulorum* 'Blue arrow'), 스카이로켓(*Juniperus scopulorum* 'Skyrocket'), 블루아이스(*Cupressus arizonica* var. *glabra* 'Blue ice')등을 보게 될 것이다.

에메랄드 그린은 측백나무과 측백나무속이며, 문그로우, 블루엔젤, 블루애로우, 스카이로켓은 측백나무과 향나무속이고, 블루아이스는 측백나무과 쿠프레수스속으로 영문으로는 사이프러스(Cypress)라 한다.



문그로우



블루엔젤



블루아이스

생울타리용으로 사용하는 수종이 모두 측백나무과에 속하므로 큰 차이를 보이기 보다 잎의 색과 밀도, 수형과 수관폭에서 약간의 차이를 나타내고 있다. 문그로우, 블루엔젤, 스카이로켓블루애로우는 모두 은청색의 잎을 가지고 있고 그 중에서 문그로우와 블루엔젤의 은청색이 다른 수종보다 더 진하다. 블루아이스는 잎의 수종보다 은청색이 더 많아 하얗게 보이는 잎을 가지고 있어 '엘사나무'라 부르기도 한다. 수형은 대상수종 모두가 수직적으로 자라는 모습을 보이지만 블루애로우가 원통에 가까운 형태로 자라고, 스카이로켓은 블루애로우의 수관폭과 비슷하지만 하부가 좀 더 발달하여 얇은 원추형으로 자란다. 블루엔젤은 스카이로켓보다 수관폭이 넓은 원추형으로 자라고 문그로우가 가장 넓게 자란다. 잎의 밀도는 어릴때에는 문그로우의 밀도가 더 높고 수고 2m를 넘어가면 블루엔젤의 밀도도 조밀하게 증가한다. 끝가지를 조금 전정하면 안에서 가지가 새로 발생하여 더 조밀한 밀도를 유지할 수 있다.

블루엔젤은 응애가 발생할 수 있으므로 방제에 신경을 써 주어야 하고, 블루아이스는 내한성이 약하여 겨울철의 건조한 바람에 취약하므로 바람을 타지 않는 곳에 식재하여야 한다. 또한 천근성 뿌리의 동해방지를 위해 멀칭작업을 해주는 것이 좋다.

여러개의 수직가지가 발생하는 것 보다는 하나의 주지를 발달시키는 것이 수형 형성에 유리하므로 주지를 제외한 수직가지는 수형을 이루는 선에서 수형 안쪽으로 20cm 정도를 제거하여 빈 부분을 밑가지의 측지가 채우도록 하면 좋다.

이와 같이 생울타리로 사용하는 다양 수종이 있으므로, 식재하고자 하시는 분들은 수형과 잎의 색을 고려하여 수종을 선정하고 관수와 월동에 신경쓰면 좋은 경관을 감상할 수 있을 것이다.

수목생리 (7)

수목과 바람 : 바람이 수목에 미치는 영향

김선희 임업연구관 (국립산림과학원 산림기술경영연구소)

바람

바람은 태양열, 바다와 육지의 상호작용, 지형 등으로 인해 형성된 대기 중의 다양한 온도, 압력, 밀도의 차이로 발생한다. 지구적으로 온도와 기압 차이로 발생하는 계절풍, 국지적으로는 바다나 큰 호수와 육지 사이에 부는 해륙풍, 지형에 따라 발생하는 산곡풍(山谷風), 도심에서는 고층빌딩으로 인해 발생하는 도시풍(빌딩풍) 등이 수목을 포함한 생물생태계에 영향을 준다. 수목에 미치는 영향은 바람의 세기에 따라 달라진다(표 1). 바람의 세기는 일반적으로 바람의 속도에 의해 결정되며 속력 단위로 표시하는데 보통 미터 당 초(초속, m/s), 킬로미터 당 시간(시속, km/h), 노트(kt) 등으로 측정한다.

표 1. 보퍼트풍력계급별 수목에 나타나는 바람 영향과 기상청 풍속 기준

보퍼트풍력계급별 수목에 나타나는 바람 영향				기상청
계급	명칭	풍속(m/s)	수목의 상태	표현용어(풍속 기준)
2	남실바람(Light breeze)	1.6~3.3	잎이 흔들림.	약간 강한 바람 (4~9 m/s 미만)
3	산들바람(Gentle breeze)	3.4~5.4	앞과 가는 가지가 끊임없이 흔들림.	
4	건들바람(Moderate breeze)	5.5~7.9	작은 가지가 흔들림.	
5	흔들바람(Fresh breeze)	8.0~10.7	잎이 무성한 작은 나무 전체가 흔들림.	강한 바람 (9~14 m/s 미만)
6	된바람(Strong breeze)	10.8~13.8	큰 가지가 흔들림.	
7	센바람(Near gale)	13.9~17.1	나무 전체가 흔들림.	매우 강한 바람 (특보수준* 도달 예상 또는 그 이상)
8	큰바람(Gale)	17.2~20.7	작은 가지·줄기가 꺾임.	
9	큰센바람(Strong gale)	20.8~24.4	큰 가지·줄기가 꺾임.	
10	노대바람(Storm)	24.5~28.4	나무가 뿌리째 뽑힘.	

* 강풍특보: 주의보 14m/s 이상(순간 20m/s 이상), 경보 21m/s 이상(순간 26m/s 이상)

기상청에서 발표하는 풍속기준별 표현용어는 약간 강한 바람, 강한 바람, 매우 강한 바람 등 3가지로 나누어 표현하고 있지만 이들 풍속이 수목에 영향하는 정도를 알기 어렵다. 이에 풍속을 계기 관측이 아닌 목측(目測)으로 관측하던 시기부터 현재까지도 사용하고 있는 보퍼트풍력계급을 참조하여, <표 1>과 같이 보퍼트풍력계급별 풍속이 수목에 미치는 영향을 기상청 풍속 기준과 함께 비교하면 어느 정도인지 가늠할 수 있다.

바람의 기능

바람이 수목에 미치는 영향은 생태적 기능과 생리적 기능으로 나누어 볼 수 있는데, 바람의 수목 생태적 기능으로는 꽃가루와 종자의 비산을 들 수 있다. 이른 봄 풍매화가 피는 수종의 경우, 바람이 꽃가루를 암술 또는 암꽃으로 전달하여 수분(受粉)과 결실을 돕고 자손의 유전적 다양성을 높이는데 도움을 준다. 또한 종자를 멀리 산포하여 생육분포범위를 넓히고 더 나아가 생물다양성을 유지·증진하는데 도움을 준다.

바람의 수목 생리적 기능을 살펴보면, 계절에 따라, 바람의 세기에 따라 순기능 또는 역기능을 발휘한다. 바람은 계절적으로 더운 여름날에는 잎 표면의 공기경계층(air boundary layer) 두께를 얇게 만들어 증산에 의한 수증기를 빠르게 확산하여 잎의 온도가 상승하는 것을 막아준다. 그러나 겨울철의 강한 바람은 같은 원리에 의해 잎의 온도를 낮춰 동상 피해를 입게 하기도 한다(그림 1). 또한 수목이 정상적으로 성장하기 위해서는 잎에서 증산이 일어나고 이를 원동력으로 뿌리에서 수분과 양분을 흡수하여야 한다. 바람은 증산을 촉진하여 수목 성장에 도움을 주고, 수목 주변의 공기를 이동시켜 이산화탄소와 산소의 교환을 촉진하여 광합성, 호흡 등의 대사작용에도 중요한 역할을 한다. 바람의 통풍 기능을 더 살펴보면, 겨울철 냉각된 기류의 침체를 막아 동해를 방지해주기도 한다. 하지만 바람이 지나치게 강하게 불면 수목은 과도한 수분증발로 수세가 쇠약해지며 수형을 파괴시키는 피해를 가져온다.

바람은 수목의 성장에도 영향을 미쳐 수목의 수고 성장을 감소시킨다. 직경생장에 미치는 영향으로는 줄기 하부 생장이 촉진되어 초살도(梢殺度; 줄기 하부와 상부의 직경 차이)가 증가함으로써 바람에 대응한 지지력이 높아진다. 하지만 초살도가 높은 수목의 경우 통직한 우량목재로서의 가치는 떨어지게 된다.

이처럼 수목에 대한 바람의 영향은 시기, 풍속, 인간의 목적에 따라 긍정적이기도 하고 부정적이기도 하다. 하지만 바람이 어느 한계를 넘어서 강할 때는 수목 생리적으로 부정적인 영향이 더 크고 그에 따른 피해를 입게 된다.

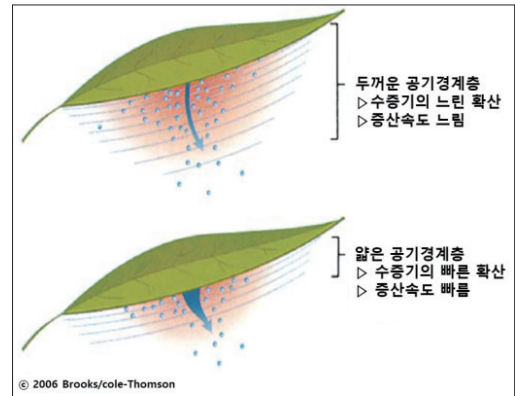


그림 1. 잎 표면의 공기경계층 두께에 따른 수증기 확산 및 증산속도 변화

바람에 의한 피해

풍해(風害, wind damage)는 강한 바람에 의해서 나타나는 물리적 및 생리적 피해를 의미한다. 바람이 지나치게 강할 때에는 과도한 증산을 일으켜 수목과 토양의 수분을 탈취하여 수분스트레스를 주고, 기공폐쇄를 일으켜 광합성과 호흡을 억제한다. 또한 물리적으로는 수목의 수형 불균형, 줄기와 가지의 풍절(風折, wind break), 풍도(風倒, wind fall) 등의 피해를 초래하여 성장에 지장을 주어 고사에 이르게 하기도 한다.

풍해의 종류는 바람의 속도나 세기, 함유물질 등의 성질에 따라 주풍, 강풍(폭풍, 태풍), 조풍(潮風)의 피해 등이 있다.

주풍 피해

주풍(主風, prevailing wind)은 계절적, 지형적 특성에 의해 항상 같은 방향에서 규칙적으로 풍속 10~15 m/s 정도로 부는 바람을 말한다. 주풍의 피해는 만성적이기 때문에 눈에 잘 띄지 않은 경우가 많지만, 수목의 성장량을 감소시키고 수형을 불량하게 하는 등 생리적 피해 뿐만 아니라 목재 가치를 낮추는 피해를 입힌다.

주풍으로는 계절풍과 해륙풍을 들 수 있다. 우리나라는 봄과 여름에 동남계절풍이, 가을과 겨울에 북서계절풍이 부는데 동남풍은 온화하지만 북서풍은 일반적으로 차고 동남풍보다 강하다. 해안지방의 해륙풍은 낮에는 바다에서 육지로 해풍이, 밤에는 육지에서 바다로 육풍이 부는데 보통 해풍이 육풍보다 강하여 수목에 더 큰 영향을 준다. 따라서 해안가 수목들은 육지쪽으로 기울어져 있고 줄기는 편심생장(偏心生長)을 하고 수관은 편면성(片面性)을 보인다.(그림 2)

수목은 일반적으로 주풍 방향으로 기울게 되면 바람에 대응하여 수체(樹體)를 지지하기 위해 줄기 하부에 편심생장이 나타난다. 이는 바람이 불어가는 쪽과 불어오는 쪽의 형성층 활동에 차이가 생겨 비대생장이 편심적으로 일어나기 때문이다. 침엽수류는 바람이 불어가는 쪽, 즉 압력을 받는 쪽에 압축이상재(壓縮異常材)가 생기고 바람이 불어오는 쪽에는 형성층의 세포분열이 억제되어 나이트의 중심이 바람이 불어오는 쪽으로 쏠리는 상방편심(하측비대) 성장을 한다.

활엽수는 침엽수와 반대로 바람이 불어오는 쪽에 신장이상재(伸張異常材)가 생겨 하방편심(상측비대) 성장을 한다.(그림 3)

강풍 피해

폭풍, 태풍 등 풍속이 빠르고 센 강풍은 수목의 생리대사를 저해하는 영향을 줄 뿐만 아니라 주로 잎의 절단과 낙엽, 가지와 줄기의 휘어짐, 찢어짐, 부러짐, 넘어짐 등 수목에 물리적인 피해를 준다. 또한 풍해로 줄기, 가지, 잎에 상처를 입어 수세가 약해진 수목은 2차적인 병충해를 받기 쉬운 상태가 된다.

폭풍은 주로 7~9월의 태풍 계절에 많은데, 주풍처럼 연속적으로 부는 것이 아니라 율동적으로 간격을 두고 돌풍으로 부는 특징을 갖는다. 돌풍에 의해 수목의 수관이 폭풍압을 받았을 경우, 수고, 줄기의 탄력, 수관과 줄기의 비율, 뿌리의 고정상태 등에 따라서 각기 독자적으로 진동을 일으키는데 율동적으로 불어오는 돌풍에 의해 그 피해가 더 커진다.

또한 풍속은 지상으로부터 높아질수록 빨라지므로 수고가 높은 수목에 피해가 많다. 특히 도심의 고층빌딩 주위에 위치한 가로수나 조경수의 경우는 벤투리 효과(Venturi effect ; 빌딩 사이의 좁은 통로로 바람이 빠져나가면서 풍속이 엄청나게 빨라지는 효과)로 인한 빌딩 풍 피해를 입기 쉽다. 빌딩풍은 풍속 20~30 m/s까지도 부는데 태풍의 기준이 풍속 17m/s 이상일 때이고 건강한 성인 남자가 최대 견딜 수 있는 평균 풍속이 24 m/s 인 것을 고려하면 매우 위험한 수준의 바람인 것이다.

조풍 피해

조풍(潮風) 또는 염풍(鹽風)은 바다에서 불어오는 해풍으로 염분 미립자를 머금은 바람이다. 바닷가에서 잘 자라는 수목은 천연적으로 내염성 또는 내조성을 가지고 있어 피해가 없거나 적지만, 그렇지 않은 수종은 염해(鹽害)를 입는다. 수목이 조풍을 맞으면, 염분 미립자가 잎의 기공을 막거나 침입하여 광합성과 호흡 작용이 저해되고, 잎 표면에 붙어 녹은 염분은 삼투현상을 일으켜 세포 원형질의 수분이 탈취되어 잎이 마르고 고사하게 된다.

풍해 예방

수목의 풍해를 완전히 방지하는 것은 불가능한 일이지만 적절한 관리방법으로 피해를 줄일 수 있다. 풍해가 빈번히 발생하는 지역에는 바람에 대한 저항성이 강한 심근성 수종이나 뿌리 발달이 좋은 우량한 나무를 식재하는 것이 유리하다. 수목관리 측면에서는 정기적인 가지치기를 통해 수형관리를 하고, 식재목의 특성에 따른 맞춤형 지주대를 설치하여 수목의 지지력과 안정성을 높여 풍해를 저감할 수 있다. 또한 바람에 강한 생육환경 조성도 중요하다. 예를들어 풍해 우려지역이 습지인 경우는 먼저 배수시설을 설치하여 바람에 대한 생육환경의 저항성을 높일 수 있다.

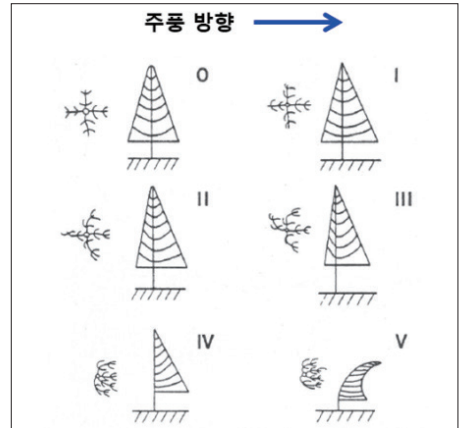


그림 2. 주풍에 의한 수관 편면성
(출처: Tree Rings, Fritz Hans, 1987)

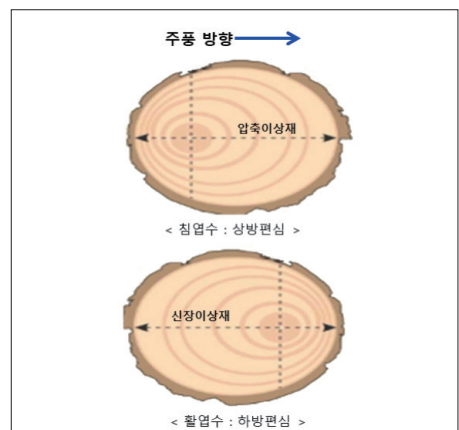


그림 3. 주풍에 의한 줄기의 편심성장

도시토양 (5-1)

도시 염류 토양 및 조풍에 내성이 있는 수목

김계훈 교수 (서울시립대학교 환경원예학과)

토양의 염도가 높으면 수목의 성장이 감소하고 심하면 고사에 이르게 된다. 따라서 어떤 원인으로든 토양에 과도한 염류가 축적되어 식물의 잎, 줄기, 뿌리가 피해를 받지 않도록 해야 한다. 염류 토양, 해변의 조풍(潮風, salt spray) 발생지, 제설제를 살포한 도로 주변의 수목 식재지는 염분 피해를 입을 가능성이 있다. 여기서는 지면 관계상 도시 염류 토양 및 조풍에 내성이 있는 수목을 도시 염류 토양과 조풍에 내성이 있는 수목으로 나누어 게재한다.

염류 토양

토양학에서는 염류 토양의 기준을 포화토양추출액의 전기전도도(ECe, <4.0 dS/cm), 교환성나트륨백분율(ESP, <15), 나트륨이온흡착비(SAR, <13), pH(<8.5)로 정의하지만, 이 글에서는 염류토양을 ‘염분이 집적된 토양’이라는 일반적인 의미로 정의한다. 자연상태에서 토양의 염분 축적은 토양 표면을 기준으로, 증발이나 증산으로 토양에서 제거되는 수분이 강수나 관개로 토양에 투입되는 수분보다 많을 때 발생한다. 연강수량이 약 500 mm를 초과하는 지역에서 염류토양이 발생하는 일은 흔하지 않은데 우리나라의 평균 연강수량은 약 1,300 mm이므로 염류토양 문제가 발생할 가능성은 높지 않다.

하지만 우리나라에서도 다음 지점에서는 염류토양이 발생할 수 있다.

- 해안선이나 방조제에 인접하여 바닷물이 넘칠 수 있는 곳과 바닷물이 조풍(salt spray) 형태로 토양에 집적되는 곳.
- 강과 바다가 만나는 곳에서 폭풍으로 홍수가 발생하거나 만조 시 염분이 저지대에 쌓이는 곳.
- 차도와 인도에 제설제로 염류를 사용하는 곳, 제설제를 처리한 곳에서 차도와 인도에서 제거한 눈/얼음을 쌓아놓은 곳, 차량이 조풍 피해를 유발하는 곳. 이런 지역에서 도로로부터 약 1 m ~ 15 m 떨어진 곳.
- 경작지에 비료를 과도하게 뿌린 경우, 농도가 높은 비료를 사용하거나 신선한 가축분뇨를 뿌린 곳.
- 관개를 이용하여 농작물이나 조경 식물을 재배하는 지역에서 염이 녹아있는 물을 관개수로 사용할 때 용탈이나 적절한 배수 없이 관개를 반복적으로 하는 곳.
- 지하수위가 높은 곳.

염류토양은 수목에 어떻게 영향을 미칠까?

식물 뿌리 세포에는 수분은 통과하지만 염분의 유입을 방지하는 막이 있다. 토양의 염분 함량이 증가하면 수분이 막을 통과하여 뿌리로 유입되는 것이 더 어려워진다. 또한 염분 농도가 충분히 높아지면 실제로 뿌리를 탈수시키거나 수분을 뿌리 세포 외부로 배출하여 “염분 화상(salt burn)”을 유발한다. 가용성 염분의 농도가 높으면 토양 구조를 변화시켜, 식물 생육에 문제가 되는 토양 다짐(soil compaction)이 일어난다. 염분은 점토와 결합하여 점토를 팽창하게 하기 때문에 토양 다짐은 사질 토양보다 식질 토양에서 더 자주 발생한다. 토양이 다져지면 토양입자 사이의 공간인 공극이 감소하여, 수분과 산소의 토양 유입과 배수를 어렵게 한다. 그 결과 식물 뿌리가 이용할 수 있는 수분과 산소가 영향을 받으며, 더 나아가 식물의 생육과 내병성에도 영향을 준다.

식물은 종에 따라 다양한 내염성을 갖고 있다. 염류토양에서만 자라는 식물을 염생식물이라고 한다. 염생식

물은 일반적으로 해안지역이나 염수가 있는 습지에서 자란다. *Spartina*속(갯줄풀) 식물 등 염생식물은 일반적으로 염류토양의 지표식물이다. 대부분의 조경 식물은 토양의 염분도에 민감하다. 어린 나무와 이식한 어린 식물은 특히 토양의 염분도에 민감하다. 염분 피해의 심각도는 노출 기간 및 염분 농도에 따라 달라진다. 예를 들어, 지속적인 조풍을 받는 해안 지역은 항상 염분도가 높은 반면, 도로주변 토양의 염분도는 제설제를 살포하는 겨울철에만 간헐적으로 높아진다. 마찬가지로, 염수 인한 홍수가 발생하는 지역은 폭풍우와 만조 시에만 염분의 영향을 받을 수 있다. 이런 지역에서도 초기 노출 직후에 염분을 용탈시킬 충분한 강수량이 있는 때는 염분 노출에 대한 정도나 지속기간은 짧다. 염분 노출이 지속되거나 반복되면 피해가 더욱 심해진다. 염분 노출의 양, 기간과 수목의 잠재적인 피해 간에는 직접적인 관계가 있다. 염분 피해는 일반적으로 날씨가 덥고 건조하면 더 심각하다.

토양 염분 측정

토양에 있는 염분의 양은 토양을 분석하면 알 수 있다. 미국 버지니아주 토양 시험 연구소에서는 "백만분의 일" 또는 "ppm" 단위로 염분 수준을 나타낸다. 이들은 염분 농도가 1~1000 ppm이면 낮은 수준, 1000~2000 ppm이면 중간 수준이라고 판단한다. 염분에 매우 예민한 일부 식물을 제외하고 대부분의 조경 식물은 중간 수준의 염분 농도를 견딘다고 하였다.

우리는 포화토양추출액의 전기전도도(ECe)를 기준으로 2 dS/m가 되면 염분에 예민한 식물은 피해를 보고 (민감성), 4 dS/m가 되면 보통 식물들이 염분 피해를 본다고 본다(중간 민감성). 여기서 ppm과 dS/m와의 관계는 어떻게 될까? 토양의 염도는 다음 식으로 계산한다(권, 1993).

$$1 \text{ dS/m} = 640 \text{ ppm}$$

따라서 민감성(2 dS/m), 중간 민감성(4 dS/m) 식물의 염분도는 각각 1~1280 ppm, 1281~2560 ppm이 되는데 미국 버지니아주 토양시험연구소의 기준은 이를 단순화 한 것으로 볼 수 있다.

염류 토양 손상의 증상

염류 토양으로 인한 식물 피해는 조풍으로 인한 식물 피해보다 천천히 발생한다. 토양 중 염분 수준이 높으면 식물은 종자 발아와 생육에 피해를 주는데 일반적인 증상은 생육 위축 및 성장 둔화이다. 즉, 식물의 잎, 줄기, 뿌리와 열매를 포함하는 모든 부분의 크기가 줄어들 수 있다. 활엽교목과 관목에서는 잎 괴사, 잎 가장자리가 타들어가는 증상, 낙엽 등이 발생하여 결국은 식물이 죽게 된다. 잎은 전체가 영향을 받을 수 있으며, 조기 탈락을 보일 수 있다. 식물이 눈을 떠서 자라지 않거나, 가지가 죽기도 한다. 활엽교목은 때로는 조기에 단풍이 들고 잎이 떨어지기도 한다. 활엽교목과 관목의 염분 피해는 성장기 이후 늦은 여름, 또는 여름 가뭄과 같이 덥고 건조한 날씨가 계속될 때 잘 일어난다.

침엽수의 염분 피해는 침엽의 끝이 갈변하는 증상으로 나타난다. 침엽의 갈변 현상은 염분 노출이 증가함에 따라 침엽 밑부분으로 진행된다. 상록수와 상록 교목의 염분 피해는 보통 늦겨울부터 이른봄에 처음 나타나고 생육이 지속됨에 따라 피해가 악화된다. 염분 피해가 심하면 교목과 관목은 모두 죽게된다. 식물 손상이 토양 중 염분에 의한 것인지 진단하고자 할 때는 앞서 열거한 모든 증상이 뿌리 손상, 가뭄, 병, 농약피해 등 다양한 원인에 의해서도 발생할 수 있다는 사실을 명심해야 한다. 이러한 다른 가능성을 배제하기 위해서는 토양과 수질 분석, 기상자료 등을 참고하여 정확한 피해 원인을 파악해야 한다.

인용문헌

권순국. (신제)간척공학. 1993. 향문사. p. 323.

Fox, L. and J. Koci. 2015. Trees and Shrubs that Tolerate Saline Soils, Salt Spray and De-icing Salts. 430-031. Virginia Cooperative Extension.

식재 기반 조성 : 토양 진단

이승제 교수 (신구대학교 환경조경과)

나무는 땅에 뿌리를 내리고 수분과 양분을 얻는다. 나무에 관심이 있는 사람이라면 누구나 토양의 중요성은 알고 있다. 그러나 조경식재 현장에서 나무가 살아가야 할 토양을 제대로 확인하지 않고 소 잃고 외양간 고치듯 수세가 쇠약해진 이후에 문제 원인을 개선하는 경우가 많은 것이 현실이다. 식재 후 문제 원인을 개선하는 것은 상당히 제한적일 뿐 아니라 비용이 만만치 않으므로 식재하기 전에 확실하게 토양을 진단해야 한다.

일반적으로 현장에서 토양 물리성을 분석하기 위해 산중식 토양경도계를 활용하여 지표 경도를 측정하고, 토양 화학성을 분석하기 위해 토양분석 기관에 의뢰하여 유기물 함량, pH, CEC, EC 등을 검사한다. 물론 이와 같은 과정 및 방법도 중요하지만 이러한 방법만으로는 토양의 물리적 성질을 분석하는 데 한계가 있다.

도심 토양의 물리적 성질은 토목 공사 등에 의해 변경되거나 교란된 경우가 많다. 점진적으로 토양층이 전환되는 자연 토양과 달리 도심 토양은 층과 층의 성질이 급격하게 바뀐다. 이질적인 층 간의 경계면은 통기성 및 투수성에 악영향을 미쳐 뿌리 생장이 불량해지고 수세가 쇠약해지는 결과를 초래할 수 있다. 경반층, 토성이 상이한 층 등의 존재 여부는 뿌리 생명을 좌우하는 중요한 요소이지만 지표 경도를 측정하는 것만으로는 유효토심 내에 이질적인 층의 존재를 알 수 없다.

토양 진단은 최소한 뿌리가 생육하는 공간, 즉, 지표로부터 유효토심 하층까지 층위를 따라 토양 경도를 분석해야 한다. 가장 확실한 방법은 중장비를 이용하여 토양단면을 조성하고 토양 층위를 따라 산중식 토양경도계를 이용하여 경도를 측정하며 이질적인 토양층을 육안으로 확인하는 것이다.(사진1) 다만, 토양단면을 조성할 수 없는 경우에는 하세가와식 토양관입계(長谷川式土壤貫入計, ダイトウ テクノグリーン株式会社)를 활용할 수 있다.(사진2)

하세가와식 토양관입계(長谷川式土壤貫入計)는 토양 깊이 100cm까지 토양경도를 연속적으로 측정할 수 있는 토양경도 측정기구이다.(사진3) 2kg의 추를 낙하할 때마다 관입저항을 측정하여 연속적인 경도를 알 수 있는 기구로 토양단면을 조성하지 않아도, 하층토의 토양경도 측정이 가능하다. 그림1와 같이 연속적으로 토양 경도를 측정하면 토심 25cm~30cm 구간에서 경도가 낮아지는 것을 관측할 수 있다.



사진 1. 토양층위를 따라 산중식 토양경도계를 이용하여 토양경도 측정.



사진 2. 하세가와식 토양관입계를 이용하여 토양경도 측정.

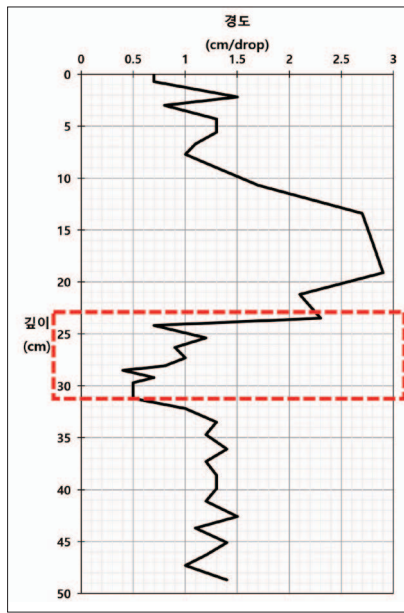


그림 1. 토심 25~30cm에 경반층이 형성되어 있음.

cm/drop	식재 기반 판정
	뿌리 발달 가능 여부
0.7이하	많은 뿌리가 침입 곤란
0.7~1.0	근계발달에 저해 있음
1.0~1.5	근계발달에 저해수종이 있음
1.5~4.0	근계발달에 저해 없음
4.0보다 큼	// (저지지력, 건조 우려)

표 1. 하세가와식 토양관입계 판정기준

추가로 현장에서 토양의 투수성을 확인하는 것이 좋다. 투수성 또한 뿌리 발달에 문제를 일으킬 수 있는 배수 불량 층이 유효토심 중간에 형성될 수 있으므로 여러 토양층에서 투수성을 확인할 필요가 있다. 하세가와식 간이현장 투수시험기(長谷川式簡易現場透水試験器, ダイトウ テクノグリーン株式会社)를 통해 현장에서 토양의 투수성을 확인할 수 있는데 하세가와식 간이현장 투수시험기는 일정 시간 안에 투수되는 시간을 관측하여 토양의 투수성을 판단한다.



사진 3. 하세가와식 간이현장 투수시험기



사진 4. 하세가와식 간이현장 투수시험기를 활용하여 현장에서 투수 시험.

투수속도		식재 기반 판정
(mm/hr)	(cm/sec)	
100이상	2.8×10^{-3} 이상	양호
30~100	$8.3 \times 10^{-4} \sim 2.8 \times 10^{-3}$	가능
30이하	8.3×10^{-4} 이하	불량

표 2. 하세가와식 간이현장 투수시험기 판정기준

수목진료 기기 소개 (3)

토양 견밀도 조사

김군보 농학박사 (서울대학교 식물병원 책임연구원)

나무의 성장과 건강은 토양 조건에 절대적으로 좌우되기 때문에 토양조사가 중요하다. 현실적으로는 현장업무에서 시간과 비용을 소모하는 복잡한 분석을 하기 어렵기 때문에 간단한 도구를 사용해서 간이진단을 하는 경우가 많다. 이때 간단한 도구라도 바르게 사용하면 유용한 정보를 비용효율적으로 얻을 수 있다.

생활권 수목이 자라는 토양을 평가할 때 일반적으로 참조하는 기준은 국토교통부의 [조정설계기준](KDS 34 00 00)이다. 여기에 제시된 물리성(토성, 투수성, 공극률, 유효수분량, 토양경도)과 화학성(pH, EC, CEC, 염분 농도, 유기물함량, 다량원소별 함량) 항목 중에서 토양경도, pH, EC는 현장 측정이 가능하다. 이 기사에서는 우선 토양견밀도 측정기기를 살펴본다. 다음 기사에서는 토양 pH와 EC 측정, 토양수분 측정과 관련된 기술을 이어서 다루도록 하겠다.

토층 상태

토층 또는 토양 단면을 시각적으로 확인하는 것만으로 복토나 객토의 여부나 깊이, 뿌리의 고사여부, 배수상태 등을 어느정도 파악할 수 있다. 검토장은 토양단면조사 대신에 토층의 상태를 즉시 파악하기 위한 도구이다. 여러 변형이 있지만 T-형 손잡이가 달린 뾰족한 금속관을 토층을 조사할 곳에 몸무게로 눌러 넣고 금속관에 채워진 토층을 관찰하여 토층 상태를 진단한다. 마찰저항이 걸리기 때문에 토양이 습윤해서 부드러워야 사용하기 쉽다. 길이는 통상 60센티 이상은 의미가 없고, 탐침 직경이 작은 것, 또는 힘을 실을 수 있는 발디딤이 있는 형태가 좋다. 토양 깊이별 석력이나 단단한 토층의 존재는 뾰족한 단순 탐침(‘토양 프로브’)을 써도 감각적으로 파악할 수 있다(그림 1). 탐침과 검토장은 전문업체에서 수입하는 기성제품을 구매하는게 안전하겠지만, 금속가공업체에서 주문제작하거나 인터넷쇼핑몰에 저렴한 제품을 찾을 수도 있다.

토양 견밀도

토양의 견밀도는 뿌리 성장과 긴밀한 관계가 있다. 표토의 견밀도는 일반적으로 사용되는 야마나카식이나 포켓식 토양경도계로 쉽게 알 수 있다. 하지만 표면 아래 보이지 않는 곳은 뿌리 성장 깊이라는 점에서 더 중요함에도 불구하고 현실적으로 측정이 어렵기 때문에 토양조사에서 무시되는 경우가 많다. 이 문제는 토양의 견밀도를 표면경도로 한정해서 보는 각종 기준지침들 때문에 간과되는 것이지 측정이 어렵기 때문만은 아닌 것 같다.

토양표면 경도계

토양경도 또는 견밀도는 조정설계기준에 야마나카식 토양경도계가 규정되어 있다. 이 경도계는 끝이 짧고 단단한 원뿔 콘을 표면에 삽입시킨 힘이 용수철을 압축시킨 길이(mm)로 측정된다. 일본에서 제작된 것이지만 최근 국내 제품도 나와 있다. 국제표준에 가까운 기기는 평평한 막대끝을 토양에 침투시키는 방식의 포켓식 관입저항계(또는 포켓식 토양경도계라고도 한다)가 있다(그림 2). 단위는 kg/cm^2 이다. 각종 토양조사지침마다 규정된 측정단위가 달라 mm와 kg/cm^2 을 다 알 수 있으면 좋지만 야마나카식 경도계의 길이와 관입저항계의 힘의 크기가 정확히 비례하지 않는 문제가 있다. 자료들에 따르면 대략 18-23mm 범위, 즉 ‘중급’ 이상의 조정토양에서만 약 10% 오차로 kg/cm^2 단위로 환산가능하다. 표 1에 제시된 대략적인 환산값을 참조하자.

콘 관입저항계(Cone penetrometer)

땅 속 깊은 곳의 견밀도는 콘 관입저항측정기로 측정할 수 있다(그림 2). 관입저항측정기는 콘과 축으로 구성된 탐침, 압력을 측정, 표시하는 게이지로 구성된다. 이 유형은 깊은 곳까지 끝에 콘이 달린 탐침을 찌러넣는 동안 연속적으로 작용하는 반발력을 측정한다. 콘 관입저항측정기는 아날로그와 디지털 게이지 방식이 있다. 아날로그식은 대략적인 범위만 알 수 있지만 디지털 방식은 정밀한 수치를 얻을 수 있다. 대신에 아날로그식은 저렴하기 때문에 조정현장에서 종종 사용된다.

동적 콘 관입저항측정기(DCP)는 일정한 힘을 반복 타격하고 탐침이 들어가는 깊이를 연속적으로 측정한다(그림 3). DCP는 국내에서 수목 조사용으로는 생소하지만 토목이나 지질공학 분야에서 기초장비로 취급된다. 국내에는 일본에서 농림업 분야 표준장비인 하세가와식 대형검토장이 소개되어 있다. 토목분야에서는 국제표준인 ASTM 방식의 여러 모델이 사용되고 있는데 수목식재토양에 사용하기에는 타격추의 무게가 무겁기 때문에 사용에 주의가 필요하다. 그 원리는 일정한 높이에서 2~8kg 무게의 금속추를 떨어뜨리며 원뿔콘이 달린 탐침이 들어가는 깊이를 매번 측정하여 깊이별로 관입저항을 길이로 측정한다. 콘 관입저항측정기와 달리 DCP는 일정한 힘을 가하기 때문에 훨씬 더 정확한 결과를 얻을 수 있다. 그러므로 앞으로는 수목진단 분야에서도 활용 사례가 생길 것으로 기대된다.

콘의 관입저항은 토양습도 조건에 따라 변이가 크기 때문에 항상 포장용수량에 가깝게 충분히 습윤한 상태에서 측정해야 정보로서의 가치가 높다. 이것은 토양 pH나 EC의 현장 측정에서도 마찬가지이다.

토양견밀도 측정의 주의점

1. 천천히, 일정한 힘을 가한다. 야마나카식과 관입식저항계 모두 땅속으로 탐침을 넣을 때 천천히, 일정한 속도로 눌러야 안정된 값을 읽을 수 있다.
2. 탐침이 돌을 만났다면 자리를 비켜서 다른 곳을 측정한다. 돌 때문에 오류값이 나오고 탐침 끝이 손상될 수 있다.
3. 토양의 수분상태가 다르면 탐침이 받는 침투, 마찰저항이 달라진다. 포장용수량에 가깝게 습윤한 상태에서 측정하는 것이 권장된다. 불가피하게 토양이 마른 경우는 비가 온 경과일수나 토양의 수분상태를 기록해서 해석에 참고할 수 있도록 한다.
4. 용수철을 사용하는 토양경도계들은 사용과 관리에 따라 오차가 생기므로 표준값 보정을 하거나 다른 제품과 비교하여 오차를 확인하고 있어야 한다.
5. 자세한 사용 방법과 지침은 산림청 발간 [도시숲 등의 관리지표 및 측정·평가기준]과 국토교통부 발간 [조경설계 일반사항 KDS 34 10 00:2016]을 참조한다.

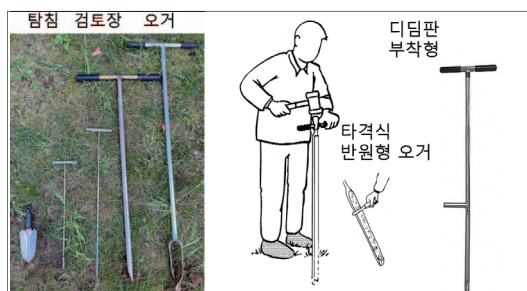


그림 1. 토층 상태 조사를 위한 탐침과 채취도구

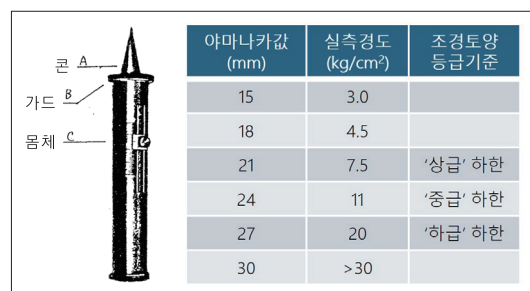


그림 2. 야마나카식 토양경도계의 구조와 단위 환산 참조표(mm → kg/cm²)

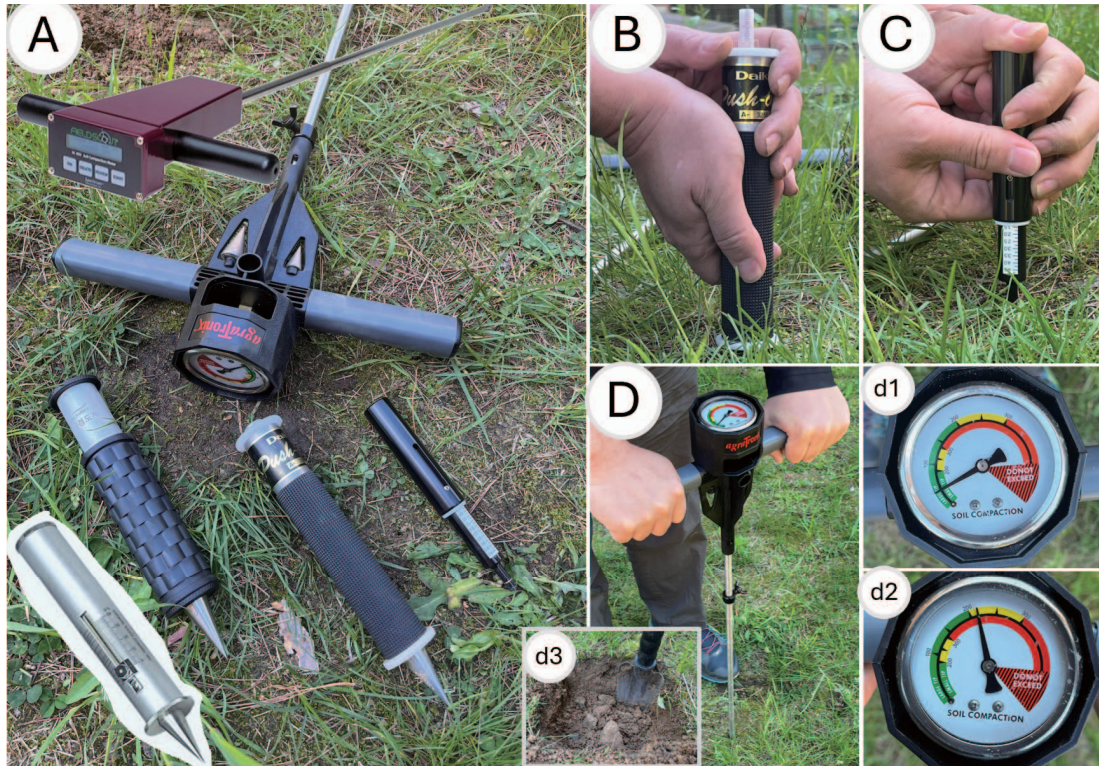


그림 3. 토양견밀도 측정 도구 예시. A) 야마나카식(산중식) 토양경도계 3종류(후지와라, 푸름바이오, 다이끼 제품), 포켓형 관입저항계, 아나로그식 관입저항계(Soil Compaction Tester), 디지털 관입저항계(스펙트럼 SC 900). B) 야마나카식 토양경도계의 원뿔 콘을 완전히 삽입한 상태에서 후퇴한 길이를 읽는다. 후지와라 제품은 눈금에 길이(mm)와 압력(kg/cm²)이 모두 표시되어 있다. 사진의 장소는 15~17mm의 깊이였다, C) 포켓형 관입저항계 결과값은 최소 눈금 5kg/cm² 보다 작았다. D) 아나로그식 콘 관입저항계의 사용예. 일정한 힘으로 토양에 들어가는 탐침에 걸린 힘을 읽는다. d1은 0-15cm 깊이까지 저항(약 100psi=6.9kg/cm²)이고, d2는 15-30cm 깊이에서 걸리는 저항으로 300psi(즉, 약 2MPa=20kg/cm²)를 초과함. d3는 15cm 깊이에 존재하는 석력으로 다져진 토층. 즉, 야마나카식 토양경도계로 읽은 표토의 값은 상급토양에 해당하지만, 콘 관입저항계로 파악한 15cm 이하 깊이에서는 뿌리 생장이 어려운 다져진 토양이다.

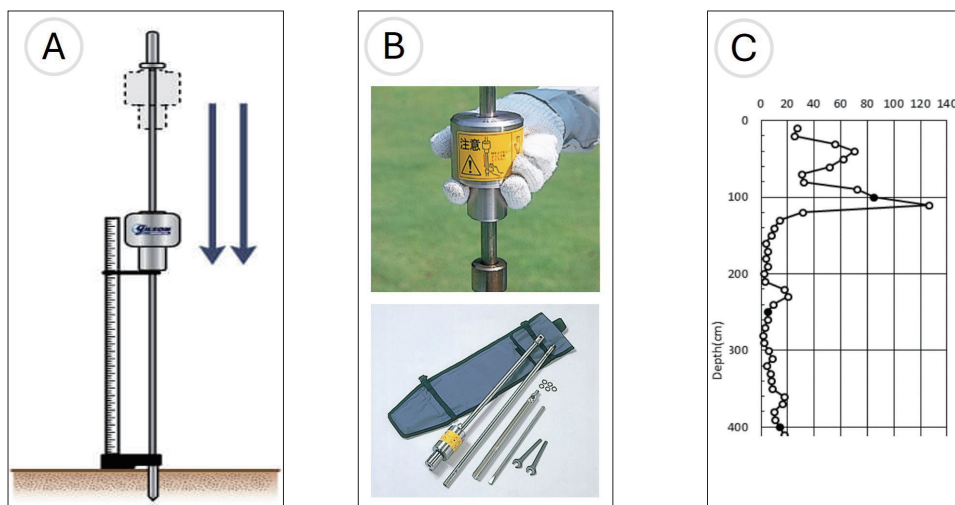


그림 4. 동적콘관입저항 측정기(DCP)
A. 국제표준(ATM) 제시된 방식의 토목용 DCP. 타격추의 무게가 8kg 또는 4kg이다.
B. 일본 하세가와식 대형검토장의 구성(아래)과 타격추(3kg)의 부분 사진
C. 국내 토목분야에서 개발된 시험장치를 이용하여 분석한 다짐토양의 수직 견밀도 프로파일. 지하 20센티 밑으로 단단한 토층이 확인된다.

보호수 위험성 진단 및 관리

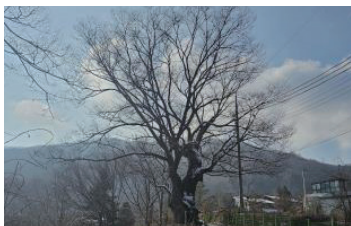
김경인 나무의사 (우리나무종합병원(주))

1. 진단개요 및 현장 방문

2024년 2월 경기도 여주시 산북면 주어리 525-5에 생육하고 있는 경기-여주-47 느티나무의 위험성 진단을 진행하였다.

이 느티나무는 1982년 보호수로 지정 후 관리되고 있었으며, 원줄기 부분에 부후가 존재하여 과거에 외과수술을 시행하였던 나무이다. 수목은 굵은 분줄기 부후 및 가지의 고사 등이 발생하고 있었다. 수목의 갑작스러운 도복 또는 부러질 경우 주변에 도로, 건축물, 그리고 사람 등에도 인적 피해 및 재산 피해가 발생할 수 있으므로 고목(古木)인 이 느티나무의 경우 반드시 위험성 진단이 필요한 상황이었다.

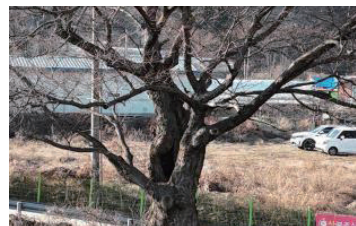
사진 1. 경기-여주-47 전경 및 현황 사진



전경



원줄기 외과수술 부위 현황



분줄기 현황

2. 진단 체계

위험성 진단은 “수목 위험성 진단 표준품셈 (산림청, 2022)”을 기준으로 정밀안전성 평가, 평가자료 분석, 최종 위험성 평가 3개의 평가 과정을 거쳐 진단하였다. 정밀안전성 평가는 육안 검사 및 진단장비를 사용하여 실시하였다. 육안 정밀진단의 경우, 형상 결함, 가지 결함, 줄기부 결함 및 뿌리부 결함 등을 중점적으로 평가하였으며, 장비를 이용한 진단은 음파단층촬영 (SoT;Sonic Tomograph) 장비, 전기저항단층촬영 (ERT;Electronic Resistance Tomograph) 장비, 그리고 IML-RESI PD300(Power Drill) 등을 이용하여 내부 결함을 정밀하게 측정하였다. (사진 2) 이상과 같이 수목의 위험성 판정을 육안 조사와 함께 3종 정밀진단장비를 사용하여 조사 대상목의 안전도를 종합적이고 과학적으로 평가하였으며, 평가 결과를 “생활권 수목의 위험성 평가 가이드라인 (국립산림과학원, 2020)”에 제시된 위험등급에 적용하여 느티나무 보호수의 위험성 등급 판정을 실시하였다.

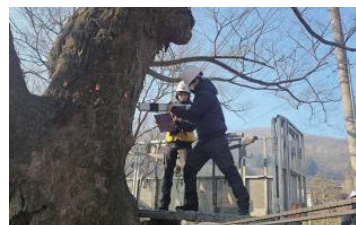
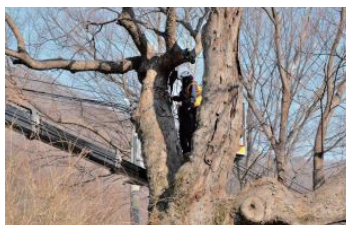
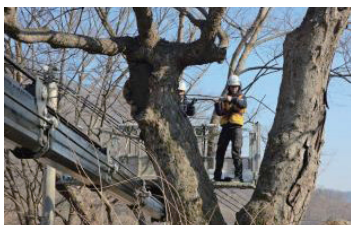


사진 2. 정밀진단기기 측정사진

3. 경기-여주-47 느티나무 수목 진단 결과

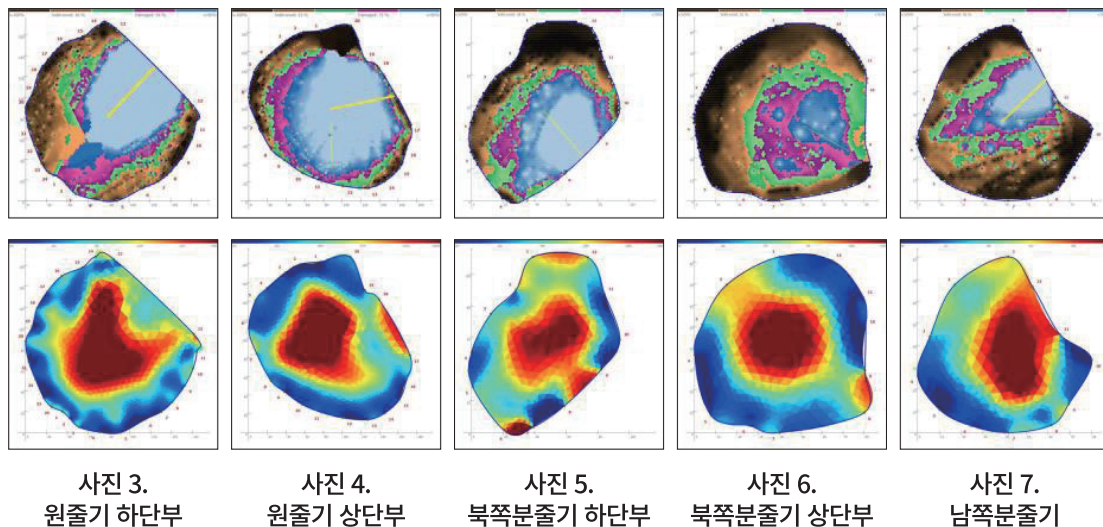
1) 육안 정밀진단 결과, 줄기는 남쪽방향으로 약 15° 기울어 있어 다소 도복의 위험성이 있다고 판단하였고 줄기 밑동 부후, 동일 세력 분줄기 균열, 기존 외과수술 부위 타진음 이상, 고사지, 분줄기 부후 등이 확인되었다.

2) 음파 단층촬영 결과, 동쪽 방향의 원줄기 밑동을 중심으로 외과수술 부위가 존재하고, 해당 부위의 부후가 확산이 되고 있었으며, 최소 지상 130cm까지 부후가 확산되어 있는 것을 확인하였다. 원줄기 하단부의 예상 결함 면적비율은 64%(사진 3)로 확인되었으며, 상단부의 예상 결함 면적비율은 78%(사진 4)로 확인되었다. 북쪽 분줄기 하단부에서 상단부까지 부후가 존재하고, 예상 결함 면적비율이 각각 62%(사진 5), 49%(사진 6)로 도복 위험성이 매우 높은 편이며, 남쪽 분줄기는 예상 결함 면적비율이 44%(사진 7)로 바로 부러질 가능성은 작지만, 도복 위험성은 높은 것으로 판단되었다.

3) 전기저항 측정 결과, 원줄기는 심재부의 경우 공동, 균열, 건조부후로 의심되는 결과가 도출되었고, 변재부는 부후가 진행되고 있는 것으로 추정되었다. 분줄기는 심재부 경우 전기저항이 높아 공동, 건조부후가 의심되고, 변재부분은 건조부후가 의심되며, 주변 조직으로 부후가 확산되고 있는 것으로 판단하였다.

4) 저항기록드릴 결과, 원줄기는 외과수술 부위에서 수간 중심부까지 부후, 공동이 도달한 것으로 예상되며 부러짐 등 위험성이 높고 분줄기는 중심부에 공동 부후가 도달하고 뚜렷한 결함이 발견되었다.

사진 3~7. 경기-여주-47 SoT(위), ERT(아래) 결과



4. 경기-여주-47 느티나무 수목 종합평가

원줄기는 예상 결함 면적비율이 64%, 78%, 예상결함비율이 84%로 매우 높아 수간 중심부까지 부후, 공동이 도달하여 도복 또는 부러질 위험이 크고, 줄기 밑동보다 오히려 지상 분지점 부근의 부후, 공동 등의 결함이 심한 것으로 분석하였다. 그러나 부후가 진행되고 있는 부분을 제외한 부후, 공동 비율이 54%, 71%이고 SoT 분석 결과 음파 전달을 방해하는 방사상균열이 있을 가능성이 있었으며, ERT 및 저항기록드릴 분석 결과 등을 종합적으로 분석하면 실제 결함 면적비율은 다소 낮을 수 있을 것으로 추정하였다. 2개의 분줄기는 동일세력지이며, 분기 부근에 균열 및 부후 증상이 존재하여 분줄기 부러짐보다 분기 부근에서 찢어짐 피해 우려가 큰 것으로 판단되었다.

5. 경기-여주-47 느티나무 수목 관리조치 및 관리의견

원줄기와 북쪽 분줄기 부후, 공동 등의 결함면적, 분기 부근의 찢어짐 등 결함 요소를 고려할 때 현재의 수형을 유지할 경우, 도복 및 부러짐 등의 위험성이 내재하고 있다고 판단하여 다음과 같은 조치를 시행하였다.

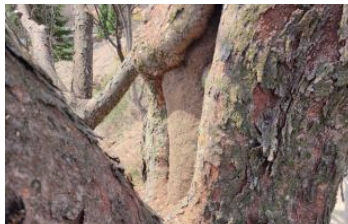
먼저, 수형이 훼손되더라도 가지의 길이와 무게를 줄이는 수관 축소 전정 및 수관 안쪽 가지 솜기 전정을 시행하여 하중을 전반적으로 감소시키고, 찢어질 우려가 큰 분줄기는 줄당김으로 피해를 사전에 차단하였다. 또한 분줄기 부분의 부후 부위와 기존 외과수술 부위를 부후부 제거 후 외과수술을 다시 실시하였다. (사진 8)

현재 원줄기의 부후조직은 현재 갈라짐, 들뜸 등으로 훼손되어 있고, 내부 부후가 진행되고 있으므로 추후 외과수술을 실시하여 부후 확산을 차단해야 한다고 판단되었다. 또한 현재도 부후가 진행되고 있어 도복 위험성이 어느 정도 상존하므로 매년 2회 이상 결함 부위에 대한 모니터링을 시행해 도복이라는 위험 상황에 노출되지 않도록 방지하며, 결함비율 및 줄기 기움 등의 결함요소가 더욱 악화되면 제거를 검토해야 할 것으로 판단하고 있다. 성이 어느 정도 상존하므로 매년 2회 이상 결함 부위에 대한 모니터링을 시행해 도복이라는 위험 상황에 노출되지 않도록 방지하며, 결함비율 및 줄기 기움 등의 결함요소가 더욱 악화되면 제거를 검토해야 할 것으로 판단하고 있다.

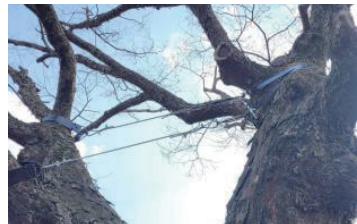
사진 8. 경기-여주-47 관리 후 사진



수관축소



분줄기 외과수술



줄당김 설치

6. 위험성 진단의 필요성 및 맺는말

보호수 및 가로수 등 생활권 수목에서 도복 및 부러짐 등 예상치 못한 수목으로 인한 피해가 발생하는 경우가 증가하고 있다. 수목의 위험성은 줄기 기움, 내부 결함, 고사지, 뿌리 조임 등 많은 요인으로 발생할 수 있으며 수목의 결함, 내부 부후 등의 상태는 쉽게 확인이 불가능한 면이 있다. 태풍과 같은 자연재해 등으로 갑작스러운 피해를 예방하는 것은 한계가 있을 수 있고, 사고위험을 100% 없앨 수는 없지만 수목 위험성 진단 및 모니터링을 꾸준히 진행하여 사고를 예방 및 사전조치가 가능하다고 생각한다. 위험성 진단을 위해 현장에서 조사 및 진단을 할 때 생활권 수목은 우리와 밀접하게 존재하며 함께 살아가기 때문에 더욱 위험성 진단이 필요하다고 느낄 때가 많다.

수목 위험성 진단 시 정밀진단기기의 결과만 보고 진단을 쉽게 해서도 안된다고 생각한다. 수목의 여러 환경과 결함 요소, 진단기기의 분석 결과 등을 종합하여 수목에게 필요한 최적의 진단을 위해 많은 노력과 전문적인 지식을 위한 공부가 함께 도모되어야 한다고 생각한다. 이 보호수 느티나무를 조사하면서 필자는 앞으로도 수목을 사랑하는 마음으로 수목을 건강하게 유지, 관리하기 위하여 꾸준한 노력과 지속적인 관심을 갖고 나무의사의 역할에 최선을 다할 것이다.

제초제에 의한 수목 피해와 진단법

한상섭 교수 (전북대학교 수목진단센터)

도시의 산업화와 농촌인구의 고령화 등으로 인하여 제초제 사용이 빈번해지면서 각종 수목에 나타나는 피해도 증가하고 있는 추세이다. 제초제에 의한 피해 증상은 병원균에 의한 피해 또는 해충에 의한 피해들과 비슷하게 나타나는 경우도 많아 제초제에 의한 피해를 진단하는데 다른 병해와 혼동되는 경우도 많으며, 때로는 기상 피해와 유사한 증상이 나타나기도 한다.

제초제에 의한 수목 피해는 주로 가지 고사, 잎 변색, 잎의 뒤틀림, 안쪽으로 말림 및 괴사, 가지가 휘어지거나 비대해짐, 잎의 기형, 갈변, 백화증, 평행 잎맥, 눈 끝과 잎의 괴사 등이 나타나며 결국에는 고사하는 경우도 많다.



글리포세이트 암모늄에 의한 잎의 말림, 갈변 및 엽맥 적변 증상

수목에서의 피해 증상은 대상 수목의 종류나 제초제의 종류 및 농도 등에 따라 다르게 증상이 나타나며, 또한 수목의 성장 단계 및 환경 요인에 따라 다르게 나타나지만 일반적인 피해 증상은 다음과 같다.

- (1) 변형된 잎: 잎이 휘어지거나 비틀어지거나, 주름진 모양, 잎이 뭉개져 나온 모양
- (2) 줄기와 가지의 생장저하, 비틀림 또는 안쪽으로 말림
- (3) 생장이 저하된 잎이나 싹이 촘촘히 모여 자람
- (4) 변색 잎: 잎이 노랑색, 흰색, 붉은색 또는 비정상적으로 밝거나 어두운 녹색
- (5) 잎이 탈색되거나 잎 가장자리가 황갈색으로 변하거나, 반점이 생기거나 완전히 갈변하면서 고사
- (6) 나무에서 나뭇잎이나 가지가 떨어짐
- (7) 가지가 고사하거나 나무 전체가 고사하는 등의 피해 증상이 나타나기 때문에 이러한 피해 증상을 자세히 관찰할 필요가 있다.



제초제 옥사디아존 피해 (단풍나무)



제초제 메소트리온 피해 (단풍나무)



제초제 메소트리온 피해 (가시나무)



제초제 벤타존 피해 (수수꽃다리)

제초제 유형별 피해 증상

수목에 나타나는 제초제 피해는 수목의 민감도와 노출도에 따라 경미한 피해부터 수목이 고사하는 피해까지 다양하게 나타난다. 제초제의 가장 일반적인 특징은 선택성인지 비선택성 제초제인지에 따라 피해 증상이 다르게 나타나며, 또한 전신성인지 접촉성인지에 따라서도 피해 증상이 다르게 나타난다. 또한 제초제의 종류는 적용 방식인 광합성 억제제, 아미노산 합성 억제제, 성장 조절제, 발아 억제제 등에 따라 분류되며, 그에 따른 수목에 나타나는 피해 증상도 각각 다르게 나타난다.

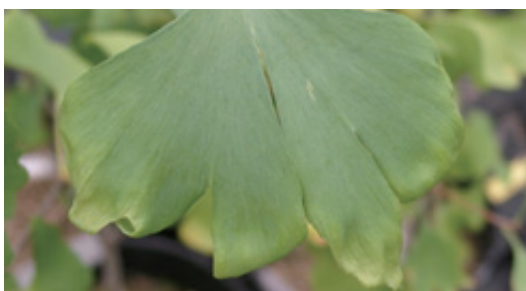
성장 조절제 제초제는 일반적으로 잎 끝 또는 잎의 황백화, 잎의 뒤틀림 및 말림, 잎의 성장 저해, 상피성 및 비정상적인 잎의 발달, 잎의 변형 등이며, 2,4-D, 2,4-DP, MCPP, dicamba, picloram, imazaphyr, 글리포세이트 등의 제초제에서 주로 나타나는 피해이다.

잎 표백을 유발하는 제초제는 주로 잎 수목의 색소 합성을 억제하기 때문에 ‘표백’ 증상이 나타난다고 하며, 흔히 나타나는 피해는 줄기나 잎에 얼룩이 생기는 증상이 많다. 이에 속하는 제초제의 종류로는 옥시플루오르펜, 옥사디아존, 플루아지포프 및 세톡시딤 등이다.

뿌리 억제제 제초제는 디니트로아닐린 계열로서 주로 뿌리 조직의 발달을 억제하는 제초제로서 수목의 생장 부진과, 어린 잎의 뒤틀림을 유발하기도 하며, 또한 잎 가장자리가 연결되는 증상이 나타나는 경우도 있다.



디캄바에 의한 잎의 뒤틀림 증상 (좌: 느티나무, 우: 은행나무)



플라자설퓨론에 의한 잎말림(은행나무) 및 엽맥 탈색(벚나무) 증상

제초제 피해 진단 단계

1. 수목의 증상을 주의 깊게 관찰해야 한다.

제초제 피해와 유사한 증상을 유발시키는 병해, 해충, 영양결핍, 대기오염, 기상 등의 피해 증상과 구별해야 하기 때문에 철저히 관찰을 하여야 한다. 주로 잎이나 어린잎에서 증상이 나타나는 경우가 많다.

2. 주변의 다른 종류의 수목을 면밀히 조사하여야 한다.

제초제의 피해는 주변의 다양한 다른 식물이나 수목에도 영향을 미치기 때문에 주변 식물이나 수목들을 철저히 관찰하여야 한다. 일반적으로 병해 및 해충 등은 주변 식물이나 수목 등 다양한 식물에 영향을 미치지 않는다.

3. 주변 탐문 조사를 통하여 제초제의 사용 여부를 확인할 필요가 있다.

즉 제초제에 의한 수목 피해는 제초제의 사용 여부에 따라 즉시 제초제의 종류, 살포 시기 등을 알아볼 수 있어 조기 진단에 도움을 주기 때문에 주변에 제초제를 살포하였는지에 대한 조사가 필요하다.

4. 제초제 피해 수목에서의 제초제 잔류 분석하는 방법은 제초제의 종류를 알아보는데 매우 정확한 방법이지만, 비용면에서 상당히 비싸다는 단점이 있다.

제초제에 의한 피해는 수목의 종류와 제초제의 기작에 따라 다르게 나타나지만 일반적으로 제초제는 수목에 피해를 줄 수 밖에 없는 약제이다. 따라서 제초제의 사용은 항상 사용방법에 맞게 살포하여야 한다.

제초제에 의한 수목에 나타난 피해를 정확히 진단하여야만 제초제의 피해수목을 회복시키는데 도움이 된다. 하지만 현재까지 제초제의 피해 수목에 대한 회복 방법으로 토양객토, 활성탄 처리, 토양관주, 무기양료 엽면시비, 영양제 수간 주사 등이 효과가 있다고 알려져 있을 뿐 제초제 피해 수목을 회복시키는 뚜렷한 방법은 아직까지 알려져 있지 않고 있기 때문에 제초제 살포 시 주변 수목들에 미칠 영향들을 고려하여 살포하여야 할 것이다.

맺은말

제초제에 의한 수목 피해는 이번호를 마지막으로 마무리 된다. 제초제에 의한 수많은 수목 피해 중 일부분에 대해서만 연재하였지만, 제초제의 종류가 매우 다양해지고 있으며, 수종에 따라 비슷한 증상이 나타나기도 하지만 전혀 다른 증상이 나타나기도 한다. 따라서 제초제의 의한 수목 피해를 진단하는 것은 상당히 어려운 일이다. 그러나 제초제의 사용 증가로 인한 수목 피해가 계속적으로 발생하고 있기 때문에 제초제에 의한 수목피해 증상에 대한 꾸준한 관심과 조기 진단할 수 있는 연구가 지속되어야 할 것이다. 나무의사들도 제초제에 의한 수목 피해 증상이 다른 수목 피해 증상들과 유사한 경우가 많기 때문에 정확한 진단과 처방을 하기 위해서는 끊임 없이 제초제에 의한 수목 피해 증상들에 대하여 관심을 가져야 할 것이다.

■ 산림보호법 시행규칙 일부개정령안 재입법예고 (2024. 6. 17.)

- 산림청은 폐업한 2종나무병원의 1종나무병원으로 등록 시 신청서류를 간소화 할 수 있도록 관령 법을 개정할 예정임(제19조의6제2항). 그 내용은 중소상공인의 경영 부담 경감 등을 통한 민생경제 활력 제고를 위해 2023년 6월 27일 이전에 나무병원으로 등록하였던 자가 2022년 6월 28일 이후 폐업한 경우로서 폐업 후 1종 나무병원으로 등록하기 위하여 2025년 12월 31일까지 그 등록을 신청하는 경우에는 기업진단 보고서를 갈음하여 조세에 관한 신고서류 등으로 제출할 수 있도록 하려는 것임

※ 산림청 홈페이지(<http://www.forest.go.kr>)에 개정안 전문을 게재

■ 가로수 가지치기 전 나무의사에게 진단받아야...도시숲법 입법예고

- 산림청(청장 남성현)은 2024년 6월 17일까지 '도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률' 시행령과 시행규칙 개정안을 입법예고한다고 10일 밝혔으며, 이번에 입법예고된 개정안에는 산림청장이 10년마다 수립·시행하는 '도시숲 등 기본계획'에 △병해충 관리 △안전관리 및 재해예방 △국민이용·편의 증진을 위한 시설에 관한 사항 등이 추가되었으며, 또한 지방자치단체장은 가로수의 체계적인 조성 관리를 위해 매년 2월 말까지 '연차별 가로수계획'을 수립하고 도시숲 관련 전문가, 주민대표, 시민단체 등으로 구성된 심의위원회의 심의를 거쳐야는데, 가로수 계획에 포함되지 않은 제거·가지치기 대상 수목은 잘못된 가지치기로 인해 생육이 훼손되거나 도시경관을 해치지 않도록 사업 실행 전 나무의사에게 진단조사를 받아야 하는 등 내용이 포함될 것임.

■ 나무의사 교육기회 확대 위해양성기관 2곳 신규 지정

- 산림청(청장 남성현)은 8일 서울, 경북지역에 나무의사 양성기관 2곳을 신규 지정하였다고 밝혔는데, 그간 서울지역은 교육 수요에 비해 양성교육기관이 부족하고 경북지역은 교육을 받기 위해서는 타지역으로 이동해야 하는 번거로움이 발생해 교육생들의 불편사항을 개선하고자 서울과 경북지역에 각 1개소씩 2개 기관을 나무의사 양성기관으로 추가 지정하였음.
- 신규로 지정된 나무의사 양성기관은 국민대학교 산학협력단과 국립안동대학교 산학협력단으로 이번에 추가로 지정에 따라 나무의사 양성기관은 전국에 15개소로 늘어났음.

※ 나무의사 양성기관에 대한 자세한 정보는 산림청 누리집(www.forest.go.kr)에서 확인

■ 한국임업진흥원, 10회 나무의사자격시험 1차시험 합격자 발표

- 산림청 산하 공공기관인 한국임업진흥원(원장 최무열)은 12일 오후 6시, 2024년 제10회나무의사 자격시험 1차 시험 합격자를 발표했다. 이번 시험에는 총 1956명이 응시해 395명이 합격했으며 합격률은 20.2%이었으며, 1차 시험 결과는 수목진료전문가 누리집에서 수험자 본인이 직접 확인할 수 있음. 또한 제10회 나무의사 자격시험 2차 시험은 2024년 7월13일 예정이며, 원서접수는 2024년 6월 3일부터 6월 7일까지임.

■ (사)한국수목보호협회 (사)한국나무병원협회 창립기념행사 공동개최 추진 중

- 올해로 (사)한국수목보호협회는 창립 30주년을, (사)한국나무병원협회는 창립 20주년을 각각 맞이함에 따라 양 협회는 창립 기념 심포지엄을 2024년 11월 8일(금)에 올림팍파크텔에서 공동 개최하기로 의견을 모았음.
- 양 협회 준비단이 전국 9개 국립대학 수목진단센터의 협조를 얻어 양 협회 회원 및 나무의사는 물론 관심있는 대학생 및 일반인들도 참여하고 즐길 수 있는 축제의 한마당이 될 수 있도록 다양한 행사계획을 논의하고 있음.

※ 국립나무병원「생활권 수목진료 컨설팅」지 편집진에서는 국립나무병원, 수목진단센터, 유관단체 등의 수목진료와 관련된 공지사항을 수시로 접수합니다.

(담당자 : 국립산림과학원 산림병해충연구과 박용환 02-961-2653, parkyonghwan@korea.kr)

산림과학속보 제24-03-01호

생활권 수목진료 컨설팅 2024년 제1호(통권 제27호)

발행일 : 2024년 06월 30일 | 발행인 : 배재수 | 편집위원 : 박용환, 류현주, 서상태, 한혜림

발행처 : 국립산림과학원 (02455 서울특별시 동대문구 회기로 57)

연락처 : 02-961-2674, parkyonghwan@korea.kr

편집처 : (사)한국수목보호협회 (Tel 02-401-7787, Fax 02-967-5049)

인쇄처 : 한국학술정보(주) (Tel 031-940-1062, Fax 031-940-9933)

