

나무가 숨쉬는 토양

- 나무와 토양환경 (3) -



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

수목이 토양환경에 의해 피해를 보았을 때 토양 자체의 건조, 과습 문제 등 토양불량과 사람에 의해 복토, 심식되었을 때 문제로 나누어 볼 수 있으며, 공통적으로 토양의 삼상중 토양공극 내 수분과 공기의 불균형으로 인하여 발생하는 문제로 볼 수 있다. 이번 연재에서는 토양환경 불량에 대한 여러 가지 예와 병징, 방제법에 대해 살펴보았다.



1. 건조(乾燥, drought)

1) 배경

수목은 보통 낮에 많은 증산작용을 하기 때문에 햇빛이 세고 바람이 부는 낮에 수분을 과다하게 잃게 되면 잎이 마르는 등 수분 부족 현상이 발생한다. 건조 초기의 단순한 시들음은 밤에 수분 상태가 좋아지면 회복이 가능하다. 그러나 만성적인 건조는 광합성을 저조하게 만들며, 직경생장도 급격히 감소하여, 나이테가 좁아지면서 위연륜(偽年輪, false annual ring)을 만든다. 일반적으로 낮에 시들었던 잎이나 가지가 밤에 회복되는 것이 정상이다. 만일 시들음 현상이 낮과 밤에 관계없이 지속적으로 나타나면 건조 피해가 있다고 판단한다.

특히, 대형목을 철지한 준비 없이 마구 이식하게 되면, 이식 후 건조 피해가 자주 발생한다.

2) 병징

건조에 의한 피해는 활엽수와 침엽수가 서로 다르게 나타난다. 활엽수의 경우 어린잎과 줄기의 시들음 현상(위조, 萎凋, wilting)이다. 시들은 잎이 가장자리로부터 엽맥 사이 조직에서 갈색으로 고사하면서 말려들어 간다. 오후 햇빛이 드는 남서향의 가지와 바람에 노출된 부분이 먼저 영향을 받는데 피해가 더 진전되면 낙엽이 진다. 활엽수가 수분 스트레스를 받으면 잎의 크기가 작아지고 새가지 생장이 위축되어 엽면적(leaf area)이 감소하며, 가지 끝부터 서서히 죽어 내려온다.

침엽수의 경우에는 건조 피해가 초기에 잘 나타나지 않기 때문에 주의를 요한다. 소나무의 경우 건조에 대한 저항성이 커서 탈수 상태에 있더라도 초기에 잎에 가시적인 증상이 나타나지 않는다. 가지적으로 잎이 쪼그라 들고 녹색이 퇴색하여 연녹색으로 되는 후기 증상이 나타날 때에는 이미 나무가 죽기 직전까지 도달한 상태라고 할 수 있으며, 관수를 하더라도 나무가 회복되지 않는 경우가 대부분이다.

건조 피해가 잘 나타나는 수목은 주로 천근성 수종이거나 토심이 낮은 곳에서 자라는 개체이다. 건조 피해로 쉽게 잎이 말리거나 고사하는 수종은 단풍나무류, 마로니에, 층층나무, 물푸레나무, 느릅나무를 예로 들 수 있다.

수분 부족으로 인한 잎과 줄기의 건조 피해는 서서히 가지 끝에서 나타난다. 이와 흡사하게 전염성 병인 줄기 마름병이나 시들음병(예: 소나무 재선충병, 참나무 시들음병)으로 인한 피해와 다른 원인으로 뿌리에 손상을 입은 경우에도 비슷한 증상을 보이므로 서로 구별하기 어려워서 진단시 주의를 요한다.

3) 방제법

관수할 때 1회를 실시하더라도 하층토까지 완전히 젖을 때까지 충분히 관수하는 것이 같은 양의 물을 여러 번 나누어 표층토만 젖을 만큼 주는 것보다 훨씬 더 나무에 도움이 된다.

건조기에 스프링클러로 대면적을 관수하는 것은 효율적이지 못하며, 점적관수법(點滴灌漑水法, drip irrigation)을 이용하여 나무 밑동에만 조금씩 물을 흘려보내는 방법이 바람직하다.



〈그림 11-1〉 토양 건조피해 현상



2. 과습(過濕, excess water)

1) 배경

토양 입자(土壤粒子, soil particles)의 크기는 점토는 0.002mm보다 작고, 미사는 0.002~0.02mm, 모래는 0.02~2.0mm가 되어 입자의 종류에 따라서 크기가 다양하다. 토양 입자와 입자 사이에는 공극(孔隙, pore space)이 있으며, 이 공극을 물과 공기가 상호 보완적으로 채우고 있다. 즉 공극에서 수분이 없어진 만큼 공기가 대신 채워지며, 수분으로 채워진 만큼 공기가 줄어든다.

뿌리는 토양 중의 물을 흡수하므로 토양 중에 물이 많을수록 뿌리가 물을 많이 빨아들일 것으로 생각하기 쉽다. 그러나 뿌리는 잎과 마찬가지로 호흡을 하기 때문에 산소를 필요로 하며, 산소는 공기 속에 들어 있으므로, 토양 공극에는 수분뿐만 아니라 공기도 있어야 한다. 따라서 토양 중에 수분과 산소가 알맞은 비율로 함께 있어

야 뿌리가 정상으로 자랄 수 있다. 토양 중에 수분이 너무 많으면 과습하고 배수불량(排水不良, poor drainage)한 토양이 되며, 산소 부족으로 인하여 뿌리가 제 기능을 하지 못하게 된다. 일반적으로 침엽수보다 활엽수가 습한 토양에서 견디는 힘이 크다.

2) 병징

초기 증상은 엽병(잎자루)이 누렇게 변하면서 아래로 처지는 현상이다. 이것은 뿌리에서 에틸렌 가스가 생산되어 위로 이동하기 때문에 나타난다. 과습이 장기간 진행되면 잎이 작아지고 황화 현상을 보이며 가지생장이 둔화된다. 더 진전되면 잎이 마르고 어린가지가 고사하며, 겨울철 동해에도 약하다. 병에 대한 저항성이 낮아져서 Phytophthora 병균에 의한 뿌리썩음병이 쉽게 생긴다. 또한 부정근(不定根, adventitious roots)이 발생하기도 하고 결국 뿌리가 검은색으로 썩어 껍질이 벗겨진다.

과습에 의한 뿌리 고사로 인하여 지상부에 나타나는 가장 확실한 후기 병징은 수관 꼭대기에서부터 가지가 밑으로 죽어내려 오면서 수관이 축소되는 현상이다. 과습은 보통 1년 이내로 나무를 죽게 한다.



3) 방제법

배수가 불량한 토양은 비가 많이 온 후 5일이 경과한 후 웅덩이의 물이 그대로 남아 있다. 또한 나무주변에 새로운 건축물이 설치되거나 토양의 형상이 바뀌면 배수가 제대로 되는지 점검해야 한다. 만일 침수된 물이 5일 이내에 배수되지 않으면 뿌리는 치명적인 피해를 입게 된다.

배수불량 토양임이 확인될 경우 수목을 이식하기 전 근권부 하단에 암거배수 시설을 설치하여야 하며, 이식한 경우라면 명거배수 또는 유공관을 시공하여 물 빠짐을 원활하게 해서 수목 근권부에 산소를 공급하여야 한다.

〈표 11-1〉 과습 토양에 대한 수종별 저항

| 구분 | 과습 저항성 높음 | 과습 저항성 낮음 |
|-----|--|---|
| 침엽수 | 낙우송 | 가문비나무, 서양측백나무, 주목, 소나무 |
| 활엽수 | 단풍나무류(은단풍, 네군도, 루부름), 미국노를나무, 미루나무, 물푸레나무, 버드나무류, 버즘나무류, 주엽나무(허니로커스트), 페란, 히코리 | 단풍나무류(설당, 노르웨이), 뽕나무류, 아까시나무, 자작나무류, 층층나무 |



3. 복토(覆土, filled soil)와 석축(石築, masonry)

1) 배경

복토와 석축 피해는 한국에서 조경수의 여러 가지 피해 중에서 가장 흔하게 관찰되고 심각하게 나타나는 피해로서 가장 주의해야 할 항목이다. 한국은 지난 40여 년간 급속한 경제 발전에 힘입어 조경 분야도 눈부신 발전을 해 왔으며, 이로 인하여 매년 많은 나무를 옮겨 심고 있다. 한 가지 아쉬운 것은 조경공사가 선진국과 같이 독립적인 조경 전문가에 의해서 이루어지지 않고, 대부분 건설회사에서 토목공사의 한 부분으로 취급되어 왔다는 것이다. 이런 과정에서 살아 있는 생물인 수목의 생리를 전혀 모르는 토목전문가들이 공사 과정에서 남는 흙을 이미 자라고 있는 수목 주변에 덮어 버림으로써 복토가 된다.

복토는 이미 심어져 있는 나무 위에 높이 15~20cm 이상 흙이나 콘크리트를 덮어 수목의 뿌리 호흡을 방해하는 상황을 의미한다. 복토에 의한 피해는 심식(深植)에 의한 피해와 동일하다.

수목에 필요한 수분과 양분은 수목의 잔뿌리(세근, 細根)에 의해서 흡수된다. 잔뿌리는 활엽수의 잎과 새로 만들어진다. 새로운 뿌리를 만들고 양분을 흡수하기 위하여 잔뿌리는 쉬지 않고 호흡을 하며 많은 양의 산소를 필요로 한다. 따라서 잔뿌리는 산소 공급이 원활한 토양의 표면 근처에 집중적으로 모여 있다. 특히 잔뿌리의 90% 가량이 표토 20cm 깊이에 모여 있을 만큼 토양 내 산소 부족으로 인하여 뿌리의 호흡이 방해받으며, 뿌리의 발달이 둔화되어 나무의 건강이 나빠진다.

복토로 인해서 수목의 건강이 나빠지는 것은 초기에 땅속에서 진행되기 때문에 그 피해를 전혀 알 수 없다. 산소 부족으로 뿌리의 발달이 둔화되거나 뿌리가 죽어가는 현상은 매우 느리게 진행되며, 토성에 따라서 첫 증상이 나타나는 기간이 다르다. 진흙이 많이 포함된 흙은 통기성이 나빠서 수개월 내로 지상부에 피해 증상이 나타나지만, 모래 성분이 많은 흙에서는 10년 혹은 극단적인 경우 20년 후에나 증세가 나타난다.

복토와 석축으로 인한 피해는 국내에서 자주 관찰된다. 1970년대 시작한 새마을사업으로 마을마다 노거수 주변을 석축으로 쌓고 복토를 했거나 콘크리트로 포장하였다. 이 결과로 인하여 1972년부터 1984년 사이에 전

국 보호수의 30% 이상이 고사한 것으로 추정되며(삼림청 발행 '보호수지'에 근거), 현재도 그 후유증이 계속 발전되고 있다.

충북 보은의 백송(천연기념물 제104호)은 경사지에서 200년 이상 자라면서 표토가 많이 씻겨나갔다. 1983년 경 마을 사람들이 경사지 아래쪽에 1m 높이의 축대를 쌓고 축대 안에 흙을 넣어 복토가 되었다. 그런데 2003년 여름 이 나무는 갑자기 고사했다. 원인을 분석한 결과 복토로 인하여 뿌리가 서서히 죽어갔으며, 땅속에 묻혀 있는 밑동의 껍질과 그 안쪽의 목질부까지 완전히 썩어서 수분이 올라갈 수 없어 더운 여름에 말라죽었다. 복토 피해가 20년 후에 나타난 대표적인 사례가 된 것이다.

또 다른 복토 피해의 예를 충북 보은의 정이품(천연기념물 제103호)에서 찾을 수 있다. 1970년대 초반까지 정이품송 나무 아래로 비포장도로가 있었는데, 이를 우회하는 포장도로를 새로 만들면서 나무 주변에 약 50cm 높이의 복토가 되었다. 1986년 복토된 흙을 일부 걷어 냈고 이어서 1990년대에 다시 걷어 냈으나, 이로 인하여 뿌리가 상당히 죽고, 특히 땅 속에 묻힌 밑동 둘레 수피의 3/4 가량이 죽어서 잘록하게 되었다.

서울시 보호수 중에서도 복토 피해의 예를 찾아 볼 수 있다. 중구 정동에 있는 회화나무는 520년 생으로 기록되어 있는데, 지난 수십 년 동안 지반이 높아지고 보도블록을 중복하여 설치하는 과정에서 뿌리가 60cm 깊이로 묻혀 있었다. 최근에 이를 모두 파내었으나 나무는 이미 피해를 받은 상태이다.

2) 병징

복토가 된 나무는 밑동으로 내려가면서 굽어지는 초살도(梢殺度, tapering)가 없이 밋밋한 상태이며, 복토 깊이는 검토장(檢土杖, profile tube)으로 확인할 수 있다. 복토 피해는 토양 속의 산소 부족으로 인하여 뿌리의 활력이 나빠지면서 뿌리가 먼저 서서히 고사한 후, 지상부에 증세가 잎이 작아지고 새 가지의 길이가 짧아지는 등의 생장 감소이다. 더 진전되면 수관의 맨 꼭대기에 있는 가지의 끝부터 잎의 황화 현상이 나타나면서 잎이 탈락하고, 밑으로 내려오면서 가지가 죽어가기 시작한다. 더 진전되면 나무 전체가 완전히 말라죽는데, 이때 나무 밑동을 파보면, 땅에 묻혀 있는 껍질과 목질부가 완전히 썩어서 수분 이동이 안 되어 나무가 말라서 죽은 것을 알 수 있다.

침엽수의 경우에는 초기 증상이 잘 나타나지 않아서 잎이 마르기 시작하면 이미 구제하기에 너무 늦는 경우가 대부분이다. 소나무를 포함한 침엽수류는 잎이 뻗었하기 때문에, 가지고 있는 양분과 에너지를 모두 소진할 때까지 잎에 병증을 나타내지 않다가 별안간 죽는다. 잎이 마르는 병증이 지상부에 나타날 때에는 이미 모든 뿌리가 부패한 다음이며 어떤 치료로도 나무를 재생시킬 수 없다.

병징이 지상부에서 처음 나타나는 속도는 복토의 깊이와 복토된 흙의 입자크기(토성, 土性, soil texture)에 따라서 다르다. 진흙으로 두껍게 (예: 50cm 이상) 복토하면 2~3개월부터 잎의 황화 현상이 나타나지만, 모래 흙으로 복토하면 수년 후부터 서서히 나타나기도 한다.

3) 방제법

자라고 있는 나무 밑에 20cm 이상 복토를 하지 말아야 하며, 복토된 것을 발견했을 때는 즉시 흙을 제거한다. 혹시 복토된 흙 속으로 뿌리가 상승하여 자라 올라와 있더라도 흙을 제거하여 밑동이 썩는 것을 방지해야 한다. 흙을 제거한 후 나무 주변이 낮아져서 배수가 잘 되지 않을 경우에는 배수구를 만들어서 배수가 되도록 한다.

나무 주변에 피치 못할 사정으로 복토를 하게 된 경우에는 뿌리산소 호흡기(뿌리짱짱 STICK, 유공관에 다공성 물질을 채워서 뿌리 분 근처에 놓아서 적극적으로 뿌리에 산소를 공급하도록 하는 장치)를 근권부에 파묻어



두며, 이때 복토된 토양 하단부에 반드시 암거배수 또는 배수층을 설치해서 뿌리산소 호흡기와 접촉하게 해야 한다. 이 방법은 복토피해를 입은 나무의 회복에도 적용될 수 있다.

또 다른 방법으로는 마른우물을 만들고, 수직유공관과 수평유공관을 마른 우물 주위로 수레바퀴의 형태로 8 방향으로 연결하고 바닥에 배수층을 만들고 복토를 한다. 이때 유공관과 배수층 상부에 반드시 부직포를 깔아 복토된 흙에 의한 구멍 막힘 현상을 방지해야 한다.

이러한 설치물을 통하여 물이 빠지면서 뿌리에 산소를 공급하여 복토로 인한 근권부 산소부족현상을 방지하는 것이다.

4. 심식(深識, deep planting)

1) 원인

심식은 나무를 옮겨 심을 때 예전에 나무가 묻혀 있던 깊이보다 더 깊게 심는 행위를 말한다. 어느 정도 깊이 심어야 심식에 해당하는 지는 토성에 따라서 다르지만, 일반적으로 15cm를 기준으로 한다.

요즘 큰 나무를 옮기는 것이 일반화되어 있어서 심식을 자주 볼 수 있는데, 심식은 이식 과정에서 가장 나무에게 피해를 주는 대표적인 사례로 꼽히고 있다. 나무를 이식하면서 깊게 심는 이유는 요즘 키가 큰 나무를 옮겨 심으면서 나무가 바람에 쓰러지지 않게 하려는 의도와 지하고(枝下高, 지상부에서 첫 가지가 나온 높이)가 너무 높은 나무의 경우 이를 낮추어 보이게 하려는 의도가 있기 때문이다.

심식 행위는 깊이 묻힌 정도에 비례하여 나무에 피해를 준다. 낮게 묻힌 경우 특히 모래 토양을 얇게 위에 덮었을 경우에는 피해가 없거나 그 증세가 경미하여 거의 알아볼 수 없다. 깊게 묻힌 경우 특히 통기성(通氣性, aeration)이 좋지 않은 진흙으로 덮었을 경우에는 그 증세가 수개월 혹은 수년에 걸쳐서 서서히 나타나기 때문에 그 원인을 제대로 파악하지 못한다.

수목의 뿌리는 호흡을 하기 때문에 산소를 필요로 하며, 산소 공급이 원활한 토양의 표면 근처에 집중적으로 모여 있다. 특히 양분과 수분을 흡수하는 역할을 맡고 있는 세근(細根, 가는 뿌리)의 90% 가량이 표토 20cm 깊

이에 모여 있을 만큼 토양 내 산소 공급은 매우 중요하다.

심식이 되면 토양 내 산소 부족으로 인하여 뿌리의 호흡이 방해받으며, 기상 조건과 토양의 다른 모든 조건이 나무 생육에 적합하더라도 뿌리의 생장이 둔화되어 결국 나무의 건강이 나빠진다. 수목식재공사에서 나무를 깊게 심는 심식과 조경공사 중 기존 나무가 심어진 표토에 하는 복토는 사람으로 비유하면 목을 조르고, 입과 코를 막는 행위이므로 조경인으로 절대 해서는 안 된다.

2) 병징

심식은 뿌리 주변에 산소를 부족하게 만들어 뿌리 호흡이 방해되면서 뿌리의 발달이 둔화된다. 이로 인해서 수분과 양분 흡수가 제대로 일어나지 않고 그 영향이 지상부에 미쳐서, 가지 생장이 둔화되면서 잎이 작아지고 황화 현상이 나타나며, 더 진전되면 가지 끝이 서서히 말라죽는다. 이러한 증세는 복토(覆土)로 인한 피해와 흡사하게 나타난다.

심식 피해는 매우 천천히 진행되어 식재 후 수년이 경과하여 증세가 서서히 나타나기 시작하기 때문에, 그 원인을 잘못 진단하는 경우가 대부분이다. 세월이 더 경과하면 땅 속에 묻힌 밑동 부분의 수피가 썩기 시작하여 결국 돌이킬 수 없는 상태로 나무가 죽게 된다.

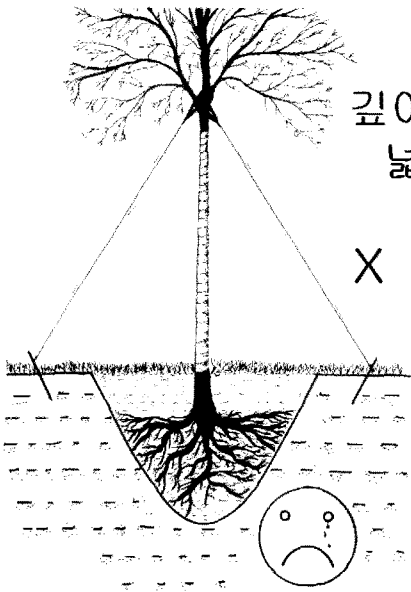
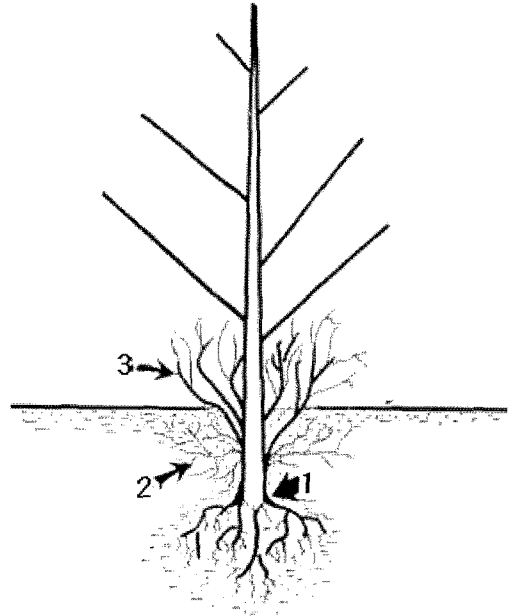
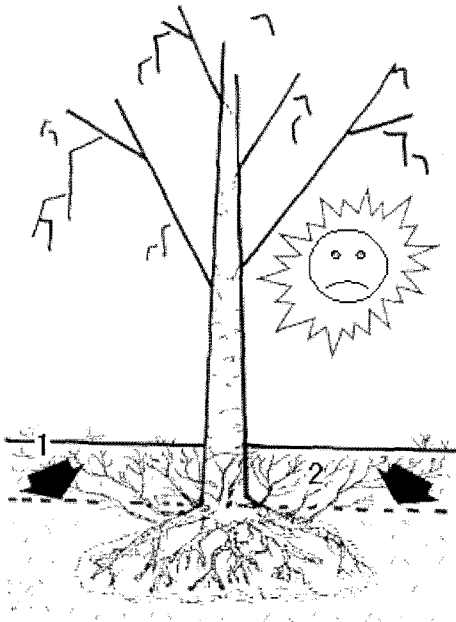
심식으로 인하여 나타나는 피해 증상은 전반적으로 뿌리의 호흡을 방해하는 토양 상태(과습, 배수불량, 복토, 답압)에서 나타나는 증상과 비슷하게 보인다.



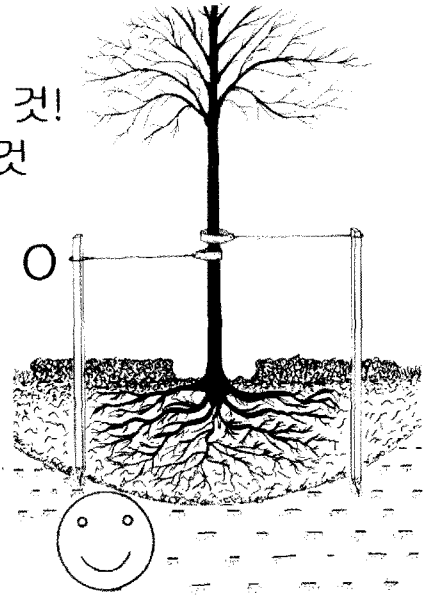
〈그림 11-4〉 수목의 심식피해 현상

3) 방제법

복토와 마찬가지로 심식이 된 나무는 발견되는 즉시 예전에 묻혀 있던 높이까지 표토를 제거한다. 혹시 뿌리가 위로 상승하여 올라와 있더라도 흙을 제거하여 수피가 더 썩는 것을 막아야 한다. 또한 뿌리분 주의에 뿌리 산소 호흡기를 수직 또는 수평으로 심어주면 나무가 빠르게 회복하며, 표토를 제거하여 나무 주변이 낮아져서 배수가 잘 안 될 경우에도 효과적이다.



깊이 심지 말 것!
넓게 심을 것



나무를 식재할 때 심식 즉 깊게 심어서 뿌리가 나오는 줄기 밑동이 지표면 아래에 위치하면(1) 나무가 살기 위해서 뿌리를 위로 뻗는데(2), 일부 사람들은 나무 주위를 파보면 세균이 발달되어 있기 때문에 잘 살고 있다고 믿는다. 또한 줄기 주위로 맹아가 나오기 때문에(3) 더욱더 잘 산다고 믿는다. 나무는 계속해서 죽어가고 있는데도 말이다.

우리에게 살려달라고 손짓(뿌리와 줄기로) 하는 것을 외면하지 말자.

(그림 11-5) 수목 심식의 심각성



5. 답압(踏壓, soil compaction)과 도로 포장(pavement)

1) 원인

답압은 인간이나 장비에 의해서 표토가 다져져서 견밀화되는 토양 경화 현상을 의미한다. 일반적으로 조경공사가 이루어지기 전에 토목공사가 실시되면서 중장비에 의해서 표토가 다져진다. 사람이 빈번히 다니는 공원이나 하천변, 등산로 등은 발길에 의해서 땅이 딱딱해진다.

수목은 새로운 잔뿌리를 계속해서 만들기 때문에 세포분열을 위해 왕성하게 호흡을 한다. 이때 토양 내 산소를 필요로 하는데, 산소(토양 속의 공기에 포함됨)는 토양 입자 사이에 존재하는 공극에 존재한다. 토양은 공극이 많을수록 용적비중이 낮아지고, 통기성이 좋고 배수가 잘 되어 뿌리 생장에 유리하다. 그러나 토양 답압이 진행되면, 수분과 산소를 함유하는 토양 공극이 없어져서 수분과 산소가 부족하게 되고, 뿌리가 딱딱한 토양을 뚫고 나갈 수 없게 되어 양분도 부족하여 뿌리의 발달이 극히 저조해진다.

가로수와 주차장 주변에서 자라는 수목의 뿌리가 도로 포장(pavement)으로 인하여 갇히게 되면, 뿌리가 수분과 산소 부족을 경험하면서 답압 혹은 복토에 의한 피해 증상과 비슷한 결과를 나타낸다.

2) 병징

답압이나 도로 포장에 의한 피해 증상은 토양 내 수분, 산소, 무기양분이 부족해서 나타나는 현상을 합쳐 놓은 것과 흡사하다. 즉 답압이 장기간에 걸쳐서 만성적으로 지속되면, 마치 척박한 땅에서 자라는 것 같은 증상을 보인다. 잎이 작아지고 가지의 생장이 둔화되며, 장기적으로 지속될 경우 잎에 황화 현상이 나타나며, 수관의 꼭대기부터 밑으로 내려오면서 가지가 고사하고 수관이 엉성해진다.

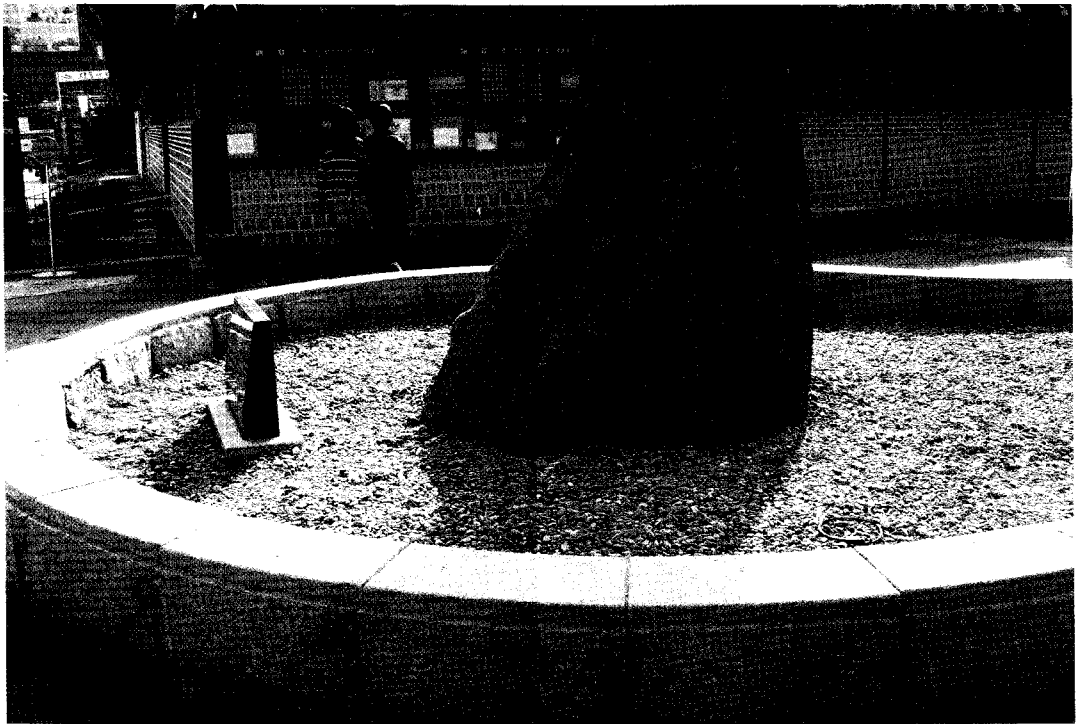
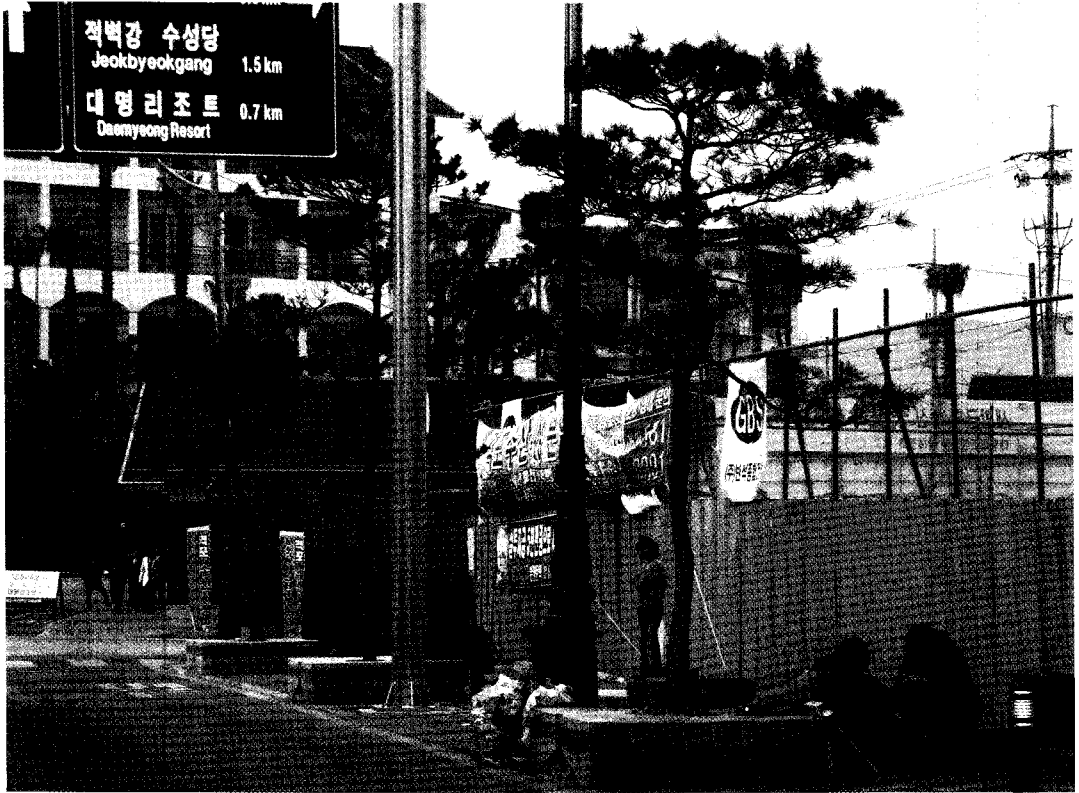
중장비에 의한 답압은 매우 심하게 이루어져서 건축공사가 끝난 후, 그 위에 그대로 수목을 식재하면 수목생장이 거의 불가능하다. 반면 사람에 의한 등산로변의 답압은 경미하게 이루어지기 때문에, 수목생장에 치명적인 영향을 주지 않는다.

3) 방제법

토양 답압을 막기 위해서는 멀칭(mulching)이 가장 바람직하며, 토목공사를 할 때 중장비가 다니는 길에 구멍을 뚫어 놓은 연결철관을 놓아 답압을 방지하고, 그 밖에 모래, 자갈, 목재 등을 사용할 수 있다.

답압토양을 개량하는 방법은 천공법과 도랑 설치와 같은 적극적인 방법과 멀칭과 같은 소극적인 방법으로 나눌 수 있다. 천공법은 토양 표면에 동력오기를 이용하여 직경 5cm 내외의 구멍을 30cm 내외의 깊이로 구멍을 뚫고 모래, 유기물, 다공성물질(코코칩, 펠라이트)을 넣는 것이다. 천공 대신 옆 방향으로 도랑을 파고 다공성 물질(코코칩, 펠라이트)을 집어넣기도 한다. 이때 유공관에 다공성물질을 채운 뿌리 산소 호흡기(뿌리짱짱 STICK)로 작업을 수행하면 더욱 효과적이다.

토양멀칭은 다공성 유기물을 토양표면에 깔아두는 것이며, 이미 다져진 토양의 답압을 더 이상 진행되지 않도록 하는 조치로서 미관상으로도 좋다. 멀칭으로 쓰는 유기물로는 바크, 우드칩, 코코칩 등이 있으며, 입자가 굵어서 통기성이 좋아야 하며, 5cm 내외의 깊이로 깔아야 한다. 자갈은 답압을 더욱 진행시키며, 효과가 없다.



〈그림 11-6〉 수목의 도로포장(上)과 담입피해(下) 현상