

뿌리의 구조와 생장

김 종 원
임업연구원 산림생태과장

1. 서 론

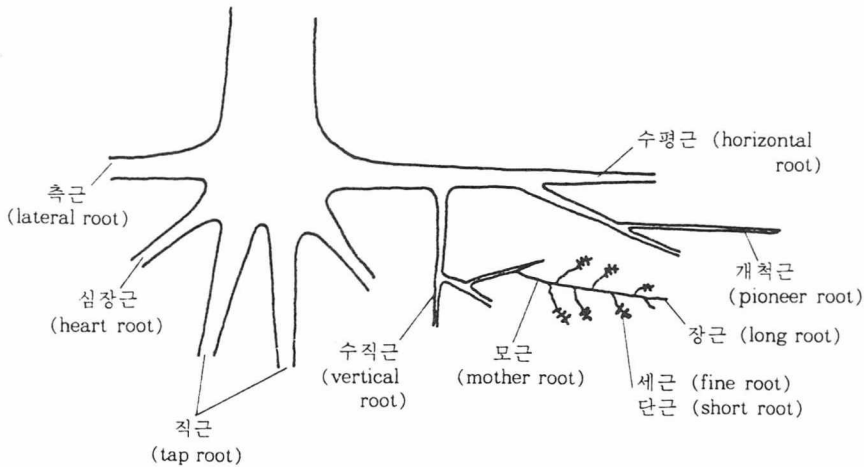
수목의 줄기는 지상부에 노출되어 있어서 크기, 성장량, 성장속도, 그리고 수종간의 차이를 쉽게 식별할 수 있으나, 뿌리는 지하부에 감추어져 있기 때문에 식별이 어렵다.

그러나 뿌리의 모양, 분포, 성장양식 등은 수종에 따라 매우 다양하며 독특한 형태를 가지고 있다. 뿌리는 한곳에 식물을 고정시키는 역할을 하고, 토양으로부터 수분과 무기양분을 흡수하며, 탄수화물을 저장하는 기능을 가지고 있기 때문에 뿌리의 생리생태를 아는 것은 수목을 심고 키우는 데는 매우 중요하다.

2. 뿌리의 구조

나무가 어릴 때는 수종에 따라 뿌리의 모양이 독특하며, 특징이 두드러지게 나타나는데, 일반적으로 밑으로 깊숙이 빠른 속도로 자라 내려가는 직근과 옆방향으로 넓게 퍼지는 측근으로 나눈다. 그러나 나무가 나이를 먹으면 환경조건의 영향을 더 많이 받기 때문에 고유의 모양이 점점 모호해진다. 일반적으로 배수가 잘되고 건조한 토양에서는 직근의 발달이 깊게 이루어지고, 습기가 많거나 배수가 잘 안되는 토양에서는 측근이 얇게 퍼진다.

소나무류의 경우에는 장근과 단근이 있는데 장



[그림] 수목 근계의 명칭

근은 빨리 뻗어 나가면서 새로운 근계를 개척하며, 형성층에 의해 직경이 굵어지면서 주근을 이루어 오래도록 살아남는 반면, 단근은 장근에서 나와 천천히 자라는데 형성층이 없어서 직경생장을 하지 않으며, 1년 혹은 2년간 살다가 죽어버린다. 단근은 수분과 양분 흡수를 담당하므로 계속해서 새로운 뿌리가 나와야 수목이 건전한 생장을 할 수 있다. 장근은 크게 개척근과 모근으로 나눈다. 개척근은 늦은 봄과 여름에 뿌리가 가장 왕성하게 자랄 때 나타나서 숫자는 적지만, 새로운 근계를 빠른 속도로 개척한 후 지름이 굵어지는 뿌리이며, 모근은 가지를 많이 쳐서 넓은 면적을 확보하는데, 직경이 작고 길이가 짧다.

3. 뿌리의 생장

수목의 근계는 종자내 배의 유근이 발달하여 직근이 되면서 발달하기 시작하여 측근이 생기고, 다시 갈라지면서 세근이 형성된다.

근계는 주근이 갈라져서 측근을 만들고 재차 갈라지면서 엄청난 수의 가는 뿌리를 만들어 낸다. 예를들면 성숙한 루부라 참나무는 5억개 이상의 살아있는 뿌리를 가지고 있으며, 사과나무 유묘의 경우는 1년에 230m가 자라는데 일곱번 이상 갈라져서 약 4만개의 뿌리가 된다.

뿌리털은 뿌리의 표면적을 확대시켜 무기염과 수분흡수에 기여하는데, 토양중에 수분이 많을 때 보다는 약간 부족한듯 할 때 더 왕성한 발달을 하며, 소나무류와 참나무류와 같이 외생균근을 형성하는 수종들은 뿌리털을 형성하지 않는다.

가. 뿌리의 계절적 활동

온대지방에서 뿌리의 신장은 이른 봄에 줄기의 신장보다 먼저 시작하며, 가을에 줄기 생장이 정지된 후에도 더 늦게까지 지속된다. 스트로브잣나무의 경우 봄에 뿌리 생장은 줄기보다 2주가량

먼저 4월 초순에 시작하며, 가을인 11월초까지 계속되는 반면, 줄기 생장은 8월중순에 완전히 정지한다. 참나무, 소나무, 독일가문비나무는 줄기 생장이 6월 또는 7월에 정지하지만, 뿌리생장은 참나무는 9월에, 소나무는 11월에 정지한다.

포플러, 아카시나무, 자작나무, 낙엽송의 줄기 생장은 9월까지 지속되는데 뿌리는 낙엽송의 경우 10월에, 자작나무의 경우 12월에 정지한다.

뿌리의 생장이 가을 늦게까지 계속되는 이유는 줄기가 신장 생장을 중지하더라도 잎이 붙어 있는 한 광합성이 계속되어 탄수화물이 뿌리로 이동하기 때문이다.

온대지방에서 계절에 따른 뿌리의 생장을 보면 봄에 줄기생장이 시작되기 전에 시작하여 왕성하게 자라다가 여름에는 성장속도가 감소했다가 가을에 다시 왕성해진다. 늦가을에 낮은 기온으로 지상부 생장은 정지하더라도 뿌리를 따뜻하게 해주면 가열된 부위만 뿌리가 독자적으로 자라는 것을 관찰할 수 있다.

나. 뿌리의 신장속도

뿌리가 신장하는 속도는 수종에 따라, 계절에 따라 다른데 연중 가장 왕성하게 자랄 때 뿌리의 신장속도는 하루에 1mm에서부터 수cm까지 다양하다.

소나무의 뿌리는 왕성하게 자랄 때 조림지에서 하루에 2-3cm정도 자라며, 아카시나무와 포플러의 일부 뿌리는 하루에 5cm까지 자란다. 사과나무와 벗나무의 장근은 일주일에 4-8cm 가량 자라는 것이 보통이다.

다. 뿌리의 수명

목본식물의 근계는 비교적 오랫동안 사는 직경이 굵은 다년생근과 짧은기간 동안만 살아있는 세근으로 구별할 수 있다.

건강한 나무의 경우에도 세근은 비교적 짧은기

간 살아있는데 사과나무의 세근은 약 일주일 동안만 생존한다. 독일가문비나무와 같이 3-4년간 세근이 살아있는 경우도 있지만 대부분의 수종들의 세근은 1년가량 산다. 온대지방에서 세근이 죽는 시기는 주로 추운 겨울이며, 영국 호도나무의 경우 월동하는 동안에 90%정도가 죽는다고 한다. 뿌리털은 세근보다 수명이 더 짧아서 수시간 혹은 수주일 살아 남는 것이 보통이다.

라. 뿌리의 분포

수목의 직근은 종자에서 제일 먼저 유래한 유근이 2차생장을 하여 굵게 자라서 수간 바로 아래부분에서 물리적인 지탱을 담당하고 있으며, 측근이 옆으로 퍼져서 지지력을 향상시킨다. 수목의 뿌리의 분포는 수종에 따라서 독특한 형태를 가지고 있어서, 적송과 같이 심근성을 나타내거나 낙엽송과 같이 중간형, 그리고 밤나무와 같이 천근성을 나타낸다. 또, 환경의 변화에 따라서 크게 달라지는데, 특히 뿌리의 수직적 분포는 토성의 영향을 많이 받는다. 즉, 점토가 많은 토양에서는 뿌리의 침투가 불량하지만, 사질토에서는 통기성이 좋아서 근계가 더 깊게 발달한다.

호주의 모래토양의 건조한 지역에서 자라는 유칼리의 경우에는 지하 15m까지 내려가서 수분을 흡수한다. 사과나무도 통기성이 좋을 때에는 뿌리가 지하 10m까지도 내려간다. 건조한 지역에서 자라는 수목일수록 S/R율(지상부/지하부)이 작아 상대적으로 근계가 많이 발달한다.

미국 유타주의 사막에서 자라는 관목은 지하부가 지상부보다 9배 가량 더 무거운 반면, 온대지방의 사과나무나 소나무 종류는 지상부가 지하부보다 5배 가량 더 크다. 뿌리는 수평 방향으로도 넓게 퍼지는데, 일반적으로 수관폭에 비례하여 수관폭보다 더 넓게 퍼지며, 토양에 따라 크게 달라진다. 과수의 경우 모래토양에서는 뿌리가 수관폭보다 3배까지 넓게 퍼지며, 양토의 경우 2배까

지, 그리고 점토의 경우는 1.5배 가량 퍼진다.

뿌리는 수직방향과 수평방향으로 생각보다 넓게 퍼지는 것에 비해 수목의 세근의 수직적 분포는 극히 제한되어 있다. 즉, 수분과 양분을 주로 흡수하는 세근은 표토에 집중적으로 모여 있는데, 그 이유는 표토는 통기성이 좋아서 뿌리 호흡에 유리하고, 무기영양분의 함량이 높으며, 적은 강우량에서도 곧 수분을 이용할 수 있기 때문이다.

참나무와 소나무 숲의 경우, 표토 12cm내에 전체 세근의 90%가 존재할 만큼 세근은 표토에 집중되어 있다.

마. 뿌리의 생장방향

새로 신장하는 주근은 중력에 예민한 반응을 보여서 햇빛과 반대 방향인 땅속으로 수직방향으로 자라는 굴지성을 나타낸다. 측근도 주근으로부터의 거리와 분지의 정도에 따라 차이는 있지만 굴지성을 나타내며, 줄기에서 정아지가 측지의 발달에 영향을 주듯이, 주근이 측근의 신장 방향에 영향을 미친다. 어린 묘목에서 수직방향으로 자라는 직근을 제거하면 사선방향으로 자라던 측근이 흔히 수직방향으로 자라는 것을 보면 알 수 있다. 나무가 자라면서 주근이 계속해서 갈라지고 복잡한 구조를 가지게 되면, 주근의 영향은 점점 적어지고 중력에 대한 반응도 둔화된다. 대신 토양의 수분함량과 온도에 따라서 뿌리의 신장방향이 달라진다.

발아하는 묘목의 주근은 굴지성을 강하게 나타내 밑으로 자라 내려가지만, 지표면에서 수분을 공급하면 주근이 수분이 있는 토양 표면으로 거꾸로 자라 올라가기도 한다. 기계적인 힘도 뿌리의 생장 방향과 뿌리의 모양에 영향을 준다. 토양속에 뿌리가 관통할 수 없는 장애물이 있으면, 주근과 측근 모두가 본래의 진행 방향을 바꾸어 장애물을 돌아서 자란다.