



다윈의 '살아있는 화석' 수종들



은행나무 _ 용문사



김외정
국립산림과학원
(Wae-Jung Kim,
Korea Forest Research Institute)

가. 빙하기를 견뎌낸 공룡시대 나무 삼총사

지난 가을에는 유난히 선명한 단풍으로 한반도가 금수강산임을 실감 나게 하였다. 특히 샛노란 가로수 은행나무(*Ginkgo biloba*)의 단풍은 백미였다. 한때 서양 사람들은 은행나무를 지구 상에서 없어진 나무라고 생각하였고, 화석연구 학자들도 은행나무를 1억 년 전 중생대에 번창했던 식물로만 여겨왔다. 그러다 300년 전 일본 나가사키에서 네덜란드로 돌아간 의사를 통해 은행나무가 지구 상에 현존하고 있



다는 사실이 알려지자 유럽학자들은 큰 충격을 받았다고 전해진다. 그 후 진화론의 대부 다윈은 은행나무를 ‘살아있는 화석’이라 불렀다. 서구에서 화석이나 규화목(硅化木) 지층에 묻힌 나무줄기에 물에 녹은 이산화규소가 스며들어 단백석(蛋白石)으로 변화된 화석의 일종이 아니면 볼 수 없었던 태고의 식물이 멀리 떨어진 동아시아의 용문사에서 1,100년간 자라고 있다. 이 나무의 키는 현재 39.2m이나 1919년 일본 사람들이 조사했을 때는 63.6m로 당시 세계에서 가장 키 큰 은행나무로 인정받았고, 지금도 문헌상에 최고(最高)의 은행나무로 인용되고 있다.

과거의 지질시대에 번창했던 또 다른 ‘살아있는 화석’ 수종으로 메타세콰이아(*Metasequoia glyptostroboides*)가 있다. 사람들은 중생대 1억~3천만 년 전 사이에 북반구의 각지에서 메타세콰이아가 번성했던 사실을 화석을 통해 알고 있었고, 그러던 나무가 빙하기에 멸종했다고 판단했다. 그 근처로 썩어 메타세콰이아 화석이 따뜻한 기후에 자라던 호두나무 단풍나무 등의 화석과 함께 발견되었지만, 그 위의 분비나무 잣나무 같은 고산 한대성 식물이 살던 지층에서는 발견되지 않았기 때문이다. 즉 빙하시대가 찾아와 추운 기후에 사라졌을 것으로 추정하였다. 그러다 1941년 12월 중국의 쓰촨성(四川省) 마타오치 계곡에서 키 큰 메타세콰이아를 처음 발견하였고, 이를 공룡시대의 나무가 출현했다고 대서특필하였다. 학자들은 이 나무의 종자를 채취하여 미국으로 보냈고 거기서 묘목을 길러 전 세계에 전파하였다. 현재 우리나라 아파트 단지와 가로수로 심어놓은 이 나무들의 키가 무려 30m에 육박하며 우람하게 자라고 있다. 남이섬 가로수 길의 메타세콰이아가 불과 71년 전까지만 해도 지구 상에서 멸종된 화석나무로 인식되었다니 정말 흥미롭다.

메타세콰이아 _ 남이섬





살아있는 화석 수종으로 불리는 세 번째 나무는 백합나무(*Liliodendron tulipifera*)이다. 이 나무는 1억1천만 년 전 중생대 백악기부터 번성하였으며 빙하기를 거치면서 오늘날 미국과 중국에서 각 1개 종(種)이 자생하고 있다. 우리나라에서도 백합나무 화석이 발견된 적이 있다. 산림과학원에서 40여 년 전 미국산 백합나무 종자를 도입하여 전국에 시험 식재한 결과, 우리 풍토에 잘 적응하는 수종으로 검증되었고 조림 수종으로서 활발하게 보급되고 있다.

여기서 흥미로운 사실은 살아있는 화석 수종인 은행나무, 메타세콰이아, 백합나무가 동아시아나 북미에서는 생존하지만, 공통적으로 유럽

에서는 전혀 발견되지 않았다는 사실이다. 왜 그럴까? 동아시아나 북미대륙에서는 수목들이 빙하시대의 혹한 추위를 피해 따뜻한 남쪽 지대로 피난할 수 있었지만, 유럽대륙에서는 알프스산맥에 가로막혀 더 이상 남하할 수 없었기에 대부분의 수종이 멸종했다는 가설이 유력하다. 실지로 유럽대륙에서 자생하는 수종은 80여 종으로 단순한 반면 우리나라는 1,200여 종에 달한다. 남쪽으로 피난하긴 했어도 어쨌든 혹독한 빙하기를 견디며 화석나무가 살아남은 비결은 어디에 있는 것일까? 다음의 수목 세포생리학적 측면에서 그 의문을 풀어보고자 한다.

나. 혹한을 견뎌내는 나무의 저항력

요즘 중부 내륙지방의 기온이 영하 23°C를 기록하여 12월 상순 날씨는 기록적인 추위가 계속되고 있다. 활엽수는 잎을 다 지웠지만, 세한도 속의 소나무와 잣나무는 오늘도 인왕산 자락에서 푸르름을 잃지 않고 이 겨울을 나고 있다. 그런데 잎을 떨구든 달고 있던 수분이 동결되는 영하의 혹한 속에서, 세포

내 수분으로 딱 차 있는 나무가 어떤 방식의 저항력(耐凍性)을 가지고 살아남는 것일까. 그것은 수종에 따라 다르고 잎이나 가지나에 따라 달라진다. 물이 얼면 견딜 수 없는 열대 수목으로부터 영하 70°C 까지 견디는 한대성 수목에 이르기까지 다양하다. 버드나무나 자작나무의 가지는 적당한 조건을 부여해 주면 영하 269°C의 액체 헬륨에도 견딜 수 있다.

수목을 포함해 모든 식물은 생명을 유지하기 위하여 다량의 수분을 체내에 가지고 있지만, 이 물이 동결되지 않도록 세포액의 농도(삼투압)를 변화시키는 등 높은 내동성을 얻기 위해 나무는 가을과 겨울 사이에 부지런히 준비한다. 11월 이후 기온이 떨어져 0°C 전후가 되면 갑자기 바빠지면서 일단, 단풍의 과정을 거치면서 낙엽을 떨어뜨리고 대신 겨울눈과 지엽을 만들어 몸에 달아둔다. 나무가 혹한을 견디는 첫 번째 방법은 세포액의 결빙을 회피하는 일이다. 물은 원래 서서히 차가와지면 빙점 이하가 되어도 얼지 않는 과냉각(過冷却) 현상이 일어난다. 과냉각은 이론상으로는 영하 40°C 까지 가능함

예를 들어 분비나무의 겨울눈은 영하 30°C 까지 과냉각 한다. 이런 다음 세포 내부의 세포액 속에 당 함유량을 늘리고 삼투압을 높여서 얼지 않도록 한다. 세포액의 삼투압을 높이기 위해서는 세포를 탈수시키는 방법도 있다. 뿌리와 줄기가 얼어있는 침엽수의 경우 앞에서는 수분량이 평소의 2분의 1에서 3분의 1로 줄어든다. 극단적으로 수분이 적은 자작나무와 플라타너스 씨앗은 영하 70°C 이하에서도 견딜 수 있다.

나무의 내동성을 확보하는 두 번째 방법은, 세포와 세포 사이(세포간극), 그리고 싹과 기부(基部) 사이에 얼음을 만들어 세포액의 수분을 밖으로 내보내 삼투압을 높이는 일이다. 전자를 세포 밖 동결, 후자를 기관 밖 동결이라 부른다. 세포간극의 물은 증류수에 가깝고 삼투압이 작기 때문에 평소에는 세포 내에 흡수되어 세포의 건조를 방지하고 있다. 이와 반대로 세포간극을 동결하면 서리 기둥이 흡으로부터 물을 빨아올려 크게 성장하는 것처럼 세포 내의 물을 빨아내어 세포액 농도가 짙어지게 하는 것이다. 이 세포 밖 동결에는 세포막의 단백질이나 지질의 변화가 대단히 중요하다.

이와 같이 수목은 추위에 참고 견딜 수 있도록 세포를 생리적으로 절묘하게 건조시키는 방법을 터득하면서 강한 환경적응성을 획득하였다. 이를 바탕으로 공룡시대의 화석수종이 빙하기를 이겨 내었고, 수목이 지구 상에서 수명이 가장 긴 고등생물로 진화할 수 있었다. 🌲