

수증기압결핍에 대한 참나무류 묘목의 광합성, 증산, 기공전도도의 반응

Responses of photosynthesis, transpiration, stomatal conductance to vapor pressure deficit in oak seedlings

심 주 석^{1*} · 정 성 호¹ · 한 상 섭²

(¹강원도 산림개발연구원 · ²강원대학교 산림과학대학)

1. 연구목적

식물의 생리활동은 기공을 통하여 이루어지고, 기공기작은 육상식물의 광합성, 호흡, 증산, 기공전도도, 엽육세포간극의 이산화탄소농도 등과 같은 생리활동을 제어하는 중요한 생리적 메커니즘이다.

일반적으로 낮은 토양수분함량은 높은 수증기압결핍(이하 VPD : vapor pressure deficit)으로 나타나서, 식물의 기공닫힘을 초래하여 식물의 생리활동을 저해하며, 결국 이로 인하여 식물사이에는 성장량의 차이로 나타날 수 있을 것이다. VPD에 대한 기공반응은 종, 유전형, 생리적 조건, 잎의 발달단계 등에 따라 다양하게 나타난다.

따라서 이 연구에서는 우리 나라 온대림에 우점종으로 분포하는 대표적인 낙엽활엽수인 상수리나무, 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무의 묘목을 대상으로 VPD에 대한 광합성속도, 기공증산속도, 기공전도도의 반응을 비교분석하기 위하여 수행되었다.

2. 연구방법

실험재료는 단면적 200 cm², 높이 25 cm²의 원형포트에 식재하여 강원도 산림개발연구원 포지내에 생육시킨 3년생 상수리나무, 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무와 굴참나무의 묘목을 사용하였다.

묘목의 순광합성속도(net photosynthetic rate; A_{net}), 기공증산속도(stomatal transpiration rate; E), 기공전도도(stomatal conductance; g_{H_2O})의 측정은 2001년 7월 26일 부터 8월 6일 사이에 개방형-휴대용 적외선 가스교환측정기(Leaf chamber analyzer; Type LCA 4, Analytical Development Corporatin ADC, Hoddesdon, Herts, 영국)를 사용하여 6.25 cm² 넓

은 잎챔버[PLC4(B)] 속에서 측정하였으며, 측정방법은 4m의 높이의 공기 유입안테나를 사용하여 대기로부터 CO₂를 직접 공급받았으며, 공급받은 CO₂ 농도가 대기의 CO₂ 농도와 비슷해지면(약 1분 후) 잎챔버로 잎을 집은 다음 약 1- 2분 후 CO₂ 농도의 변화가 안정될 때 측정을 완료하였다.

측정시 광도와 잎온도 조절은 미기후 조절장치(Leaf Microclimate Control System; Analytical Development Corporation ADC, Hoddesdon, Herts, 영국)를 사용하여 측정하였다.

단위 잎표면적당 순광합성속도, 기공증산속도와 기공전도도는 Caemmerer & Farquhar (1981)의 식에 의해 측정시 자동 계산되었으며, 그리고 대기와 잎 사이에 수증기압결핍(vapor pressure deficit; VPD)은 Landsberg(1986)의 식에 의해 계산되었다.

3. 결과 및 고찰

VPD의 증가는 모든 묘목에서 빠른 순광합성속도의 감소로 나타났다. 상수리나무, 갈참나무의 최대 광합성속도는 약 1.0 kPa VPD, 그리고 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무는 1.2 ~ 1.3 kPa VPD에서 각각 나타났다. 수증기압 결핍이 매우 심한 3.8 kPa VPD에서 상수리나무의 상대광합성속도는 47%, 갈참나무와 굴참나무는 약 26%, 그리고 신갈나무와 졸참나무는 8%정도로 다른 수종에 비해 가장 낮은 상대광합성속도를 나타내어, 높은 수증기압 결핍에 매우 민감한 수종임을 알 수 있었다. 80% 이상의 상대광합성속도가 유지되는 VPD의 범위는 상수리나무, 갈참나무, 신갈나무와 굴참나무에서 0.5 ~ 1.5 kPa, 졸참나무에서는 이보다 조금 높은 1.2 ~ 1.5 kPa VPD이었다.

VPD가 증가함에 따라 기공증산속도는 빠르게 증가하였고, 상수리나무는 3.2 kPa, 신갈나무는 1.2 kPa에서 최대치에 달한 후 감소하였다. 갈참나무는 1.5 kPa, 졸참나무는 1.7 kPa VPD에서 최대치에 이른 후 그 이상의 VPD에서는 큰 변화는 나타나지 않았다.

VPD가 1.0 kPa 이상 증가하면, 모든 수종의 기공전도도는 급격히 감소하였으며, 3.0 kPa VPD 이상의 심한 수증기압 결핍에서는 매우 낮은 기공전도도를 나타냈다. VPD 3.8 kPa에서 신갈나무의 상대기공전도도는 8%정도로 다른 수종에 비해 높은 VPD에 가장 민감한 수종임을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 VPD의 증가는 빠른 기공전도도의 감소로 나타났고, 또한 기공전도도의 감소는 엽육세포간극으로의 CO₂ 확산을 억제하여, 그 결과 엽육세포간극의 CO₂ 농도의 감소를 가져왔고, 결국 순광합성속도를 감소시키는 것이라 생각된다.