

도시 자연녹지의 생리적 피해 및 방어 메카니즘 규명

Determination of Physiological Damage and Defense Mechanism in Urban Forest

서울시립대학교 대학원 환경원예학과*

서울시립대학교 도시과학대학**

이영이* · 서상규* · 이성환* · 강희경* · 이용범* · 이경재**

I. 연구목적

도시녹지는 대기오염문제와 도시민의 생활수준의 향상에 따른 여가수요의 증가로 그 필요성이 절실해지고 있는 추세이나, 서울의 녹지의 경우 도로와 각종 주택건설로 인하여 분리, 차단 및 감소하고 있으며, 환경오염에 의한 쇠퇴경향까지 나타나고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 서울과 강화, 오대산의 수목의 생리·생화학특성을 조사하여 비교평가 함으로써 대기오염물질에 의한 생태계 피해의 간접적인 평가와 도시 자연녹지의 생리적 피해를 구명함으로써 조기진단 및 방어기구 개발에 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

본 실험의 연구 대상지는 대기오염에 의한 만성적 피해지역인 서울과, 중국으로부터 유입되는 대기오염물질 피해의 가능성과 수도권 대기오염의 영향권에 있는 강화도로 선정하였으며, 대조구는 오대산으로 선정하였다.

공시식물은 우리 나라의 대표적인 수목림을 형성하고 있는 소나무림, 서어나무림, 참나무류림으로 하여 각 실험구와 대조구 별로 각각 5내지 6 지점씩 선정했다.

대기오염에 의한 공시식물의 생리적 피해를 파악하기 위해 공시식물

엽내의 pH 수준, 엽록소함량, 당 함량, 이온 유출량 및 왁스함량을 측정하였다. 또한 2차 독성물질로 알려진 에틸렌과 활성산소류의 발생을 조사하였는데 활성산소류의 경우 Nakano and Asada법에 의해 항산화효소의 활성을 측정하여 비교·평가함으로써 활성산소의 생성 유무를 조사하였다. 모든실험은 3반복 이상 수행되었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 색소형성

색소형성의 이상유무를 평가하기 위해 엽내의 pH와 엽록소함량을 조사하였다. 잎의 pH 측정결과, 대조구인 오대산에 비해 남산과 강화지역에서 세 수종 모두 약간씩 감소하는 경향이었으나, 소나무에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

한편, 엽록소함량은 오대산 수목에 비해 남산과 강화도의 수목이 낮게 나타났으며, 수종별로는 소나무에서 가장 큰 차이를 보였다. 이와 같은 엽록소 함량의 감소로, 남산과 강화도 지역의 수목에서 상대적으로 광합성 저하가 예상되며, 이 같은 광합성 능력의 감소는 전반적인 생육저하로 이어질 것으로 판단된다.

2. 당 대사 분석

조사지역 수목의 당 대사의 이상유무를 살펴보기 위한 방법으로 수목의 잎의 수용성 당 함량을 측정하였다. 수목의 잎의 당 함량은 전반적으로 오대산에 비해 남산과 강화도 지역에서 각각 높게 나타났다. 이 조사시기가 가을임을 감안할 때, 상대적으로 높은 당 함량은 식물의 광합성 산물인 당이 저장기관으로 전류되지 않고 잎에 축적되어 있다는 것을 의미한다. 즉, 수목의 당 대사에 이상을 초래하여 당이 축적되어져 병해충에 대한 감수성이 증가하여, 병해충 피해가 증가할 것으로 예상된다.

3. 이차독성물질 분석

이차독성물질 분석은 에틸렌 발생률과 활성산소류의 생성을 보았다. 에틸렌 발생은 대조구인 오대산 수목에 비해 남산과 강화도 수목이 높게 나타났으며, 전체적으로는 남산의 수목에서 에틸렌의 발생량이 가장 높아 가장 큰 피해를 받고있는 것으로 판단되며, 또한 에틸렌 발생에 의한 이차적인 식물의 피해 유도과 피해의 가속화가 예상된다.

한편, 또 다른 2차 독성물질인 활성산소의 생성여부는 항산화 효소인 ascorbate peroxidase (APX)와 glutathione reductase (GR)의 활성을 조사함으로써 파악할 수 있는데, 이들 항산화 효소는 활성산소에 의해 유도되어 그 산화피해를 경감시키는 효소로서 이는 활성산소의 indicator 및 방어기작으로 해석될 수 있다(Asada, 1992). 실험 결과, APX와 GR 역시 대조구에 비해 조사지(남산, 강화도)의 수목에서 높은 유도율을 나타내 활성산소가 대조구 보다 많이 발생하고 있음을 알 수 있었다.

4. 세포구조변화

에틸렌과 활성산소와 같은 2차 독성물질은 지질을 산화시켜 막의 투과성을 변화시키는 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 파악하기 위해 이온유출량을 조사하였다. 그 결과 대조구인 오대산 수목에 대한 상대적 이온유출량은 삼육대학교 구내 서어나무에서 최고 281%까지 나타났으며, 전반적으로 남산과 강화도 수목에서 비교적 높은 것으로 조사되었다. 따라서, 에틸렌과 활성산소와 같은 2차 독성물질에 의해 막투과성의 변화가 유도되는 것을 알 수 있었다. 이 연구에서는 오대산, 남산, 강화 지역간에 2차 독성물질의 차이에 비해 막투과성의 변화가 적게 유도된 것으로 나타났으나, 2차 독성물질이 식물의 막투과성이나 생리적피해를 유도한다고 볼 때 그로 인한 피해는 더욱 커질 것으로 판단된다.

한편, 왁스함량은 세포벽의 기계적 강도와 관련이 있으므로 막투과성의 변화에 다소 관여하고 있을 것이라고 판단된다. 본 연구결과에서 대상수목의 엽내 왁스함량은 이온유출량과 비슷한 경향을 나타냈다. 또한 대조구에 비해 실험구의 왁스함량이 높은 것으로 나타나 이 또한 환경스트레스에 대한 식물의 방어반응에 따른 것으로 판단되며 이에 대한 생리·생화학적 구명이 필요하다.

IV. 결론

환경스트레스에 의한 수목의 피해를 평가하는데 있어서 가시피해가 나오기 이전 초기피해를 파악함으로써 식물피해를 조기진단 하고자 하였다. 가시피해 이전의 생리, 생화학적 피해과정을 측정된 결과, 대조구인 오대산 수목에 비해 강화도와 서울의 수목에서는 색소형성과 당 대상에 이상이 있는 것으로 판단되었으며, 이는 광합성 활성의 감소와 병해충에 대한 감수성의 증가 그리고 이듬해의 수목활력 감소와 관련이 있을 것으로 생

각된다. 한편 수목의 피해 정도를 나타내는 항산화 효소의 활성과 에틸렌 발생율, 이온 유출량이 서울과 강화도에서 높은 것으로 나타나 두 지역의 수목이 피해를 받고 있는 것으로 판단된다.