

층층나무의 오존 내성 개체 선발

장석성¹ · 이재천¹ · 한심희¹ · 김홍은²

¹임업연구원 산림유전자원부, ²충북대학교 산림과학부

Selection of Ozone Tolerant Individuals of *Cornus controversa* Hemsl.

Suk-Seong Jang¹, Jae-Cheon Lee¹, Sim-Hee Han¹ and Hong-Eun Kim²

¹Dept. of Forest Genetic Resource, Korea Forest Research Institute

²School of forest Resources, Chungbuk National University

(Correspondence : jaeclee99@foa.go.kr)

1. 서론

다양한 오염물질들은 산림유전자원을 감소시키는 것은 물론 산림쇠퇴에도 큰 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. 따라서 각종 오염물질로 부터의 산림유전자원의 감소를 방지하고 훼손된 산림을 복원하기 위해서는 오염물질에 대한 내성을 지닌 유전자원을 확보하는 것이 급선무이다. 층층나무는 다양한 용도 개발이 기대되는 경제수종으로, 그 가운데 경관 수종으로서 용도 개발이 유망한데, 층층나무가 대기오염이 심각한 도심지 등에 조경수로 심겨지기 위해서는 대기오염에 대한 내성을 보이는 개체를 선발하여 식재하는 것이 바람직하다.

오염물질에 대한 내성 개체들은 유전적 다양성이 높은 것으로 알려져 있으며, 각종 환경 변화에 대한 적응 능력이 높은 것으로 보고되고 있다(Lee *et al.* 1998). 그러나 각종 오염물질에 대한 내성을 판단하는 기준은 매우 모호하다. 지금까지는 식물의 내성 여부를 판단하기 위해서 생장 특성과 내성 관련 물질에 의존해왔다. Malondialdehyde(MDA)는 생체내에서 지질의 과산화반응에 의해, 즉 O_2^- 로부터 생성된 singlet oxygen(1O_2)과 불포화지방산의 상호작용으로 형성되는 물질이다. 또한 MDA는 오존에 의해 생성된 자유기들로 인해 발생한 세포막의 손상 및 파괴 정도를 측정하는데 이용되며, 여러 가지 환경 스트레스에 의한 민감성을 결정하는데 이용되어 왔다(Takahama and Nishimura, 1976).

본 연구는 전국 주요 산지에서 채집한 층층나무를 대상으로, 도심에서 흔히 발생하는 오존에 대해 내성을 보이는 개체를 선발하기 위해서, 인위적으로 오존을 노출시키고, 이내 측정된 MDA 함량을 기준으로 오존 내성 개체를 선발하고자 수행하였다. 또한 각종 오염물질에 대한 내성을 평가하기 위해 MDA 함량을 이용하는 것이 타당한지를 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 실험에 사용된 층층나무(*Cornus controversa* Hemsl.)는 오대산(5개체), 치악산(5개체), 점봉산(5개체), 주왕산(1개체), 태백산(1개체), 지리산(5개체), 소리봉(5개체), 속리산(4개체), 소백산(4개체), 계방산(4개체) 등 9개 지역에서 총 38개체의 종자를 채취하여 이른 봄 온실에서 파종하여 사용하였다. 발아 후 퍼얼라이트와 피트모스를 1:1(v/v)로 혼합한 배양토를 채운 2L 포트에 450본을

이식하여 임업연구원 산림유전자원부 환경제어실내의 자연광 온실에서 5주간 육묘하였다. 오존 처리를 위하여 성장과 활력이 고른 171본을 최종 선발하였다.

2.2 오존 처리 및 malondialdehyde(MDA) 함량 측정

오존 처리는 인공광 챔버를 이용하였으며, 오존 처리는 우리 나라 오존의 1시간 평균 환경기준인 100ppb를 적용하였으며, 처리 기간은 오전 9시부터 오후 5시까지 하루 8시간 씩 10주 동안(5월 20일 ~ 7월 28일) 계속하여 실시하였다. 실험기간 동안 처리구 챔버내의 평균 오존 농도는 98 ± 5 ppb로 기록되었다.

오존 처리가 종료된 후 층층나무의 수고와 MDA 함량을 측정하였다. MDA 함량은 45°C에서 N-methyl-2-phenylindole (NMPI)과 MDA와의 반응을 기초로 한 Esterbauer and Cheeseman (1990)의 방법을 따라 수행하였다. MDA 함량은 586nm에서 상등액의 흡광도를 측정하여 결정하였다.

2.3 오존 내성 개체 선발

오존 내성 개체 선발은 수고 성장과 MDA 함량을 기준으로 하였다. 먼저 MDA 함량을 기준으로 모든 개체를 크기 순으로 배열하고 함량에 따라 8개의 그룹으로 균일하게 구분하였다. 이들 그룹에 대해 수고와 MDA 함량을 변수로 하여 판별 분석을 실시하여 잘못 분류된 개체는 수정하여 재 그룹화하였다. 최종적으로 MDA 함량이 높은 23개체(민감성), 중간 24개체, MDA 함량이 낮은 21개체(내성)를 선발하여 각 그룹간 차이를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수고 성장과 MDA 함량의 개체간 및 지역간 차이

오존 처리된 층층나무의 수고 성장과 MDA 함량은 개체간 및 지역간에 차이를 나타냈다 (Table 1). 수고 성장은 속리산, 계방산, 태백산의 층층나무가 높았으며, 치악산과 오대산의 층층나무 수고생장은 낮았다(Fig. 1). 반면 MDA 함량은 계방산, 속리산, 소백산의 층층나무가 낮게 나타났으며, 치악산 오대산, 주왕산의 MDA 함량은 높게 나타났다(Fig. 1). 즉 오존 처리 후 수고 성장이 비교적 높은 지역의 층층나무는 MDA 함량이 낮은 반면, 수고 성장이 낮은 지역의 층층나무는 MDA 함량이 높은 것으로 나타나 지역간 오존에 대한 내성 차이가 있음을 보여 주었다. 이것은 오존에 노출된 층층나무가 잎 내 유입된 오존의 독성을 제거하는 능력이 지역간, 개체간에 차이가 있음을 보여 주는 것이며, 내성이 낮은 개체들은 오존에 대한 피해의 증거로 MDA 함량이 증가한 것으로 판단된다.

Table 1. F-values for analysis of variance and significance levels for Height and MDA content of *C. controversa* exposed to 100ppb ozone for 10 weeks.

Source	df	F value	
		Height	MDA
Individual	38	3.76***	4.83***
Site	9	12.76***	10.13***

*** is represented significant differences at $p \leq 0.001$.

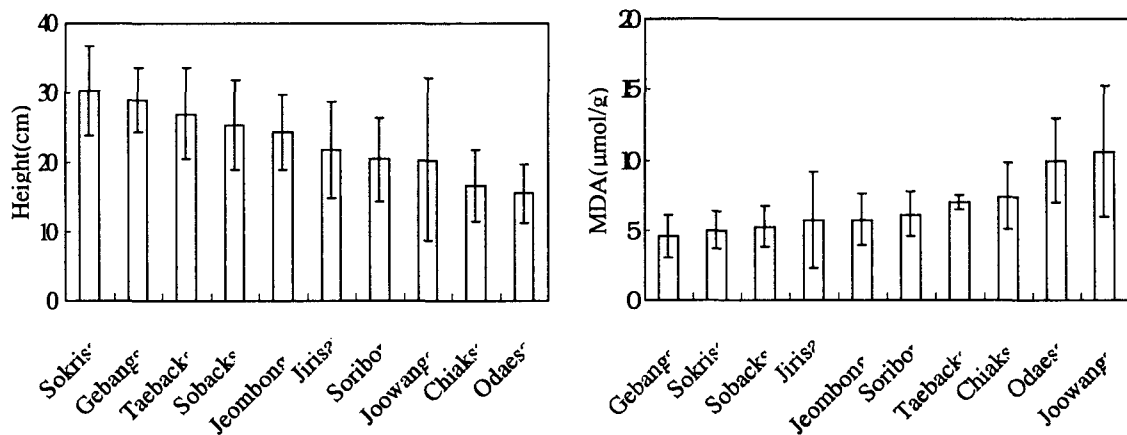


Fig. 1. Comparison of average height(left) and MDA content(right) among 9 sites of *C. controversa* exposed to 100ppb ozone for 10 weeks. Each data point represents mean \pm sd. Height and MDA content showed significant differences among sites at $p \leq 0.001$

3.2 수고와 MDA 함량간의 관계

오존에 노출된 층층나무의 수고 성장과 MDA 함량은 역상관($r^2 = -0.531$)을 보여 주었다(Fig. 2). 즉 수고 성장은 MDA 함량의 증가로 감소한 것으로 판단되는데, 이것은 식물의 세포막을 구성하는 막지질의 변성 및 파괴로 인하여 정상적인 대사작용이 저해되고, 엽 조직의 파괴로 인하여 광합성 능력이 크게 감소하여 수고 성장이 저해되었음을 보여 준다.

대부분 식물의 경우 오존에 의해 피해를 받으면 잎에 가시적 피해가 뚜렷하게 관찰된다. 그러나 어떤 식물은 가시적 피해 증상을 구별하기 어려운 경우도 있다. MDA는 여러 가지 오염물질에 의해 나타나는 피해 정도를 측정하는데 이용할 수 있는 물질로, 가시적 피해의 산정이 가능한 경우는 물론 가시적 피해의 정도를 판단하기 어려운 경우에도 피해정도를 정량화하여 내성 구분에 이용할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 오존의 피해를 MDA 함량으로 계량화하여 내성 개체의 선발에 이용하였다.

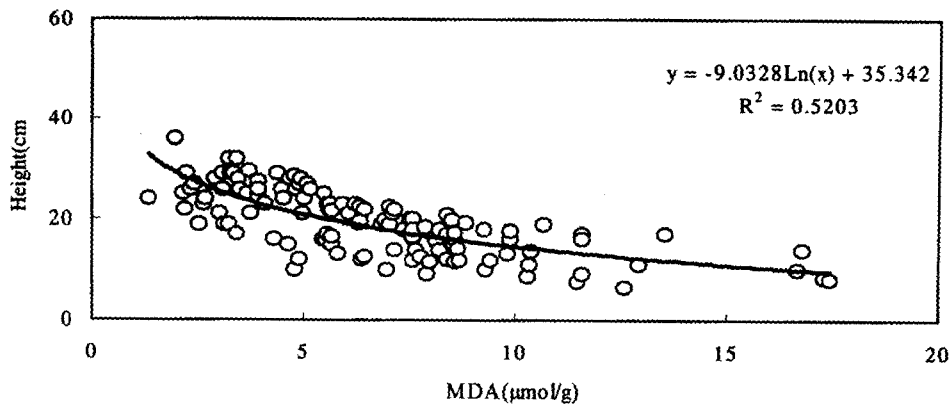


Fig. 2. Relationship between height and MDA content of *C. controversa* exposed to 100ppb ozone for 10 weeks(n = 171, $p \leq 0.001$).

3.3 내성 그룹과 민감성 그룹간 수고와 MDA 함량 차이

오존 처리된 층층나무의 내성 구분은 MDA 함량을 기준으로 실시하였다. Fig. 3은 내성그룹(21개체), 중간그룹(24개체), 민감성그룹(23개체)을 선발하여 수고와 MDA 함량을 비교한 결과이다. 이 결과는 내성그룹과 민감성그룹간 수고와 MDA 함량이 큰 차이를 보여 주고 있다. 특히 오존에 대한 처리 효과는 수고보다 MDA 함량에서 더 큰 효과를 나타내어, MDA 함량은 향후 오존에 대한 민감성을 평가하거나 내성 개체를 찾아내는데 유용하게 이용될 수 있음을 보여 주었다(Kim and Lee, 1994).

이와 같이 MDA 함량을 기준으로 선발한 내성 개체는 지리산5, 속리산3, 계방산2, 지리산1, 계방산1 등이며, 민감성 개체는 오대산1(2개체), 오대산3, 오대산2, 치악산7 등이다.

결론적으로 오존 처리된 층층나무의 수고와 MDA 함량은 개체간, 지역간 차이를 보여주며, MDA 함량은 수고 성장과 역상관을 나타냈다. MDA 함량은 오존에 대한 내성 및 민감성을 구분하는데 유용하게 이용될 수 있으며, MDA 함량을 기준으로 선발한 층층나무는 내성그룹과 민감성 그룹간 수고와 MDA 함량 차이가 뚜렷하였다.

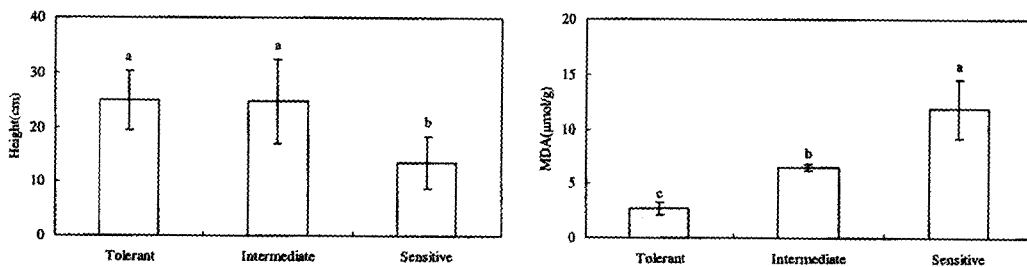


Fig. 3. Comparison of average height(left) and MDA content(right) among tolerant, intermediate and sensitive groups of *C. controversa* exposed to 100ppb ozone for 10 weeks. Each data point represents mean \pm sd. The different letters indicate significant differences among groups at $p \leq 0.05$ by Duncan's multiple range test.

인용문헌

Esterbauer, H. and K.H. Cheeseman, 1990: Determination of aldehydic lipid peroxidation products: malonaldehyde and 4-hydroxynonenal. *Methods in Enzymology* **186**: 407-421.

Kim, M.H., and S.W. Lee, 1994: Injury responses of landscape woody plants to air pollutants - malondialdehyde content -. *Journal of Korean Forest Society* **83**: 25-31.

Lee, S.W., S.Y. Woo, Y.B. Koo and S.K. Lee, 1998: Genetic differences between the tolerant and the sensitive trees in an air polluted *Prunus sargentii* stand. *Journal of Korean Forest Society* **87**: 74-81.

Takahama, U. and M. Nishimura, 1976: Effects of electron donor and acceptors electron transfer mediators, and superoxide dismutase on lipid peroxidation in illuminated chloroplast fragments. *Plant and Cell Physiology* **17**: 111-118.