

Ca, Mg 施肥가 남산과 광릉지역 소나무의 Wax含量, 接觸角 및 엽내무기양이온含量에 미치는 影響

Effects of Ca and Mg Application on Mineral Nutrient Content, Wax Content and Contact Angles of *Pinus densiflora* in Namsan and Kwangnung

이 용 범, 이 경 재, 최 기 영*, 조 지 흥, 채 의 석.

(서울시립대학교 문리과대학)

1. 緒言

외국에서는 酸性雨와 大氣汚染物質이 식물잎에 피해를 주고 간접적으로 토양의 산성화를 촉진시켜 산림에 피해를 준다고 발표되고 있다. 그 피해는 주로 침엽수에서 나타나는데, 잎 표면의 物理化學的 性質中 水分疏水性和 Wax층의 구조를 변화시킨다고 한다.

국내에서도 이등(1991)의 연구결과에서 酸性雨와 大氣汚染物質에 의한 山林衰退現象의 심각성을 밝혔고, 특히 광릉과 남산의 소나무에 대한 被害度指數가 각각 49.1%, 22.4%로 남산의 소나무가 적극적인 관리에도 불구하고 可視的인 被害가 심하다고 하였다. 그러나, 현재 서울시내를 비롯한 우리나라 각지에서 大氣汚染被害가 심각하게 나타나고 있으나 그 피해를 定量化할 수 없어 피해의 심각성을 제기할 수 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 서울시내 남산과 광릉 지역에서 인간의 간섭이 배제된 소나무 우점종인 군집에 석회와 마그네슘 비료를 시용한 후 소나무 葉內 wax 含量, 接觸角(contact angle) 및 무기양이온 含量을 분석하여 그 피해정도와 복구상태를 정량화하고자 하였다.

* 본연구는 과학재단의 연구비로 수행되었음.

2. 材料 및 方法

시험구 설정은 1990년 11월 남산과 광릉 지역에 10×10 m의 시험구 12개를 설치하여 對照區, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{복합비료}(\text{N-P-K} = 18-18-18)$ 로 3처리, 3반복하였다. 施肥는 pH 5.0을 기준으로 하였다.

시료는 각 시험구마다 3주씩의 소나무를 선정한 후 1, 2년생잎을 1991년 10월 31일과 11월 1일에 채취하였다.

Wax의 定量分析은 침엽의 생중량 5g을 미리 무게를 측정하여 둔 비이커에 넣은 후, 기화성인 CHCl_3 50 ml를 넣어서 10초간 진탕하여, PTEE membrane ($0.45 \mu\text{m}$ pore size, 25mm diameter)으로 여과한 용액을 Hood에서 건조시켜 Wax량을 정량하였으며, 소나무 1년생 잎을 3반복 측정하였다.

接觸角(contact angle) 측정은 구분된 1, 2년생잎을 각기 10개씩 선정하여, 2차 증류수를 $0.2 \mu\text{l}$ 의 주사기로 침엽의 覆面(adaxial side)에 떨어뜨려 침엽표면의 Wax와 물방울이 이루는 각도를 광학현미경내의 graticule로 측정하였다.

葉內 무기양이온分析은 농업기술연구소의 표준 방법에 따라서 분석하였다.

3. 結果 및 考察

(1) 接觸角과 Wax含量

산성우 및 대기오염물질은 식물체 표면의 wax층을 파괴시켜 무기이온을 溶脫시키는 데, 이는 식물의 생육을 阻害하며 또한 環境stress에 대한 식물체의 저항성을 약화시켜 대기오염 피해가 심하게 될 뿐만 아니라 병원균의 침입을 용이하게 한다. 이처럼 식물체 표면의 wax층 파괴로 인한 外部環境에 대한 방어기능과 식물잎의 피해상황을 정량화하고 시비처리에 대한 피해복구정도를 판단하기 위해서 葉內 wax 含量과 接觸角을 측정하였던 결과가 그림 1, 2, 3 과 같다.

소나무 1년생잎의 wax含量을 보면, 남산에서는 $4.33 \text{ mg/g Fresh wt.}$, 광릉에서는 $6.67 \text{ mg/g Fresh wt.}$ 로서 대기오염이 심하지 않은 광릉 지역에서 남산보다 높게 나타났다. 남산과 광릉 지역의 각 처리별 wax함량은 대조구보다 각 시비처리에서 높게 나타나 시비효과가 인정되었다. 즉, 남산지역에서는 Mg처리구가 $6.67 \text{ mg/g Fresh wt.}$, 광릉 지역에서는 Ca처리구에서 $8.6 \text{ mg/g Fresh wt.}$ 로 다른처리구보다 높은 결과를 보여 주었다.

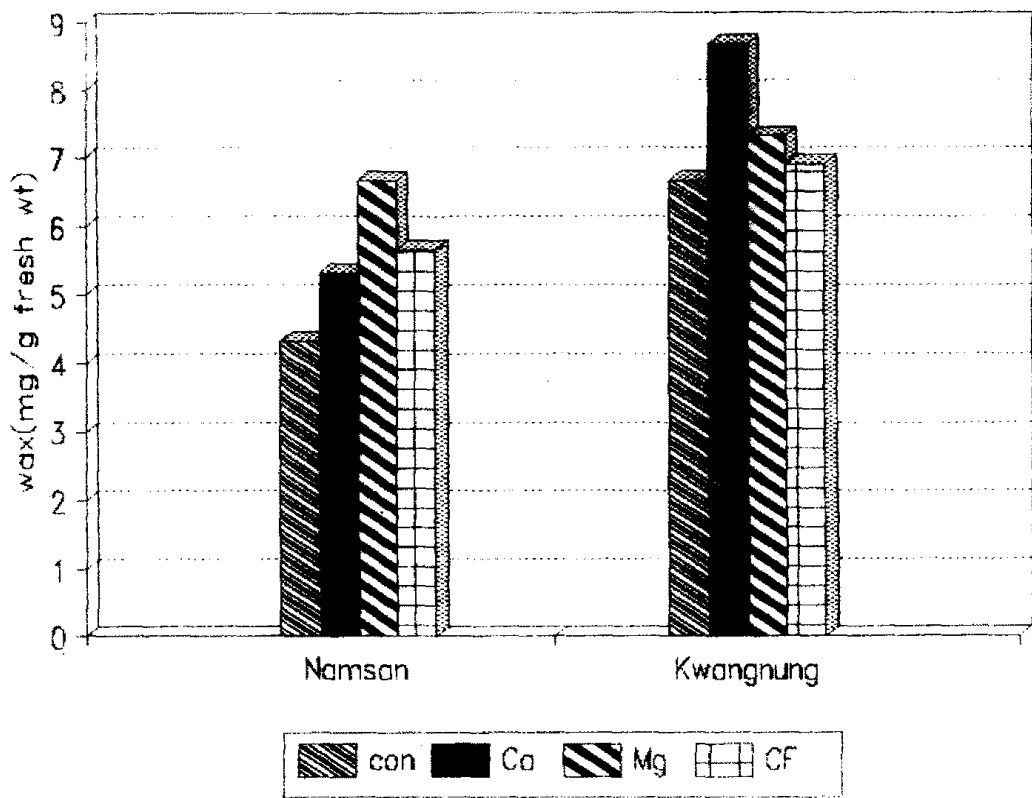


Fig.1. Wax content of Japanese red pine's leaves in Namsan and Kwangnung.

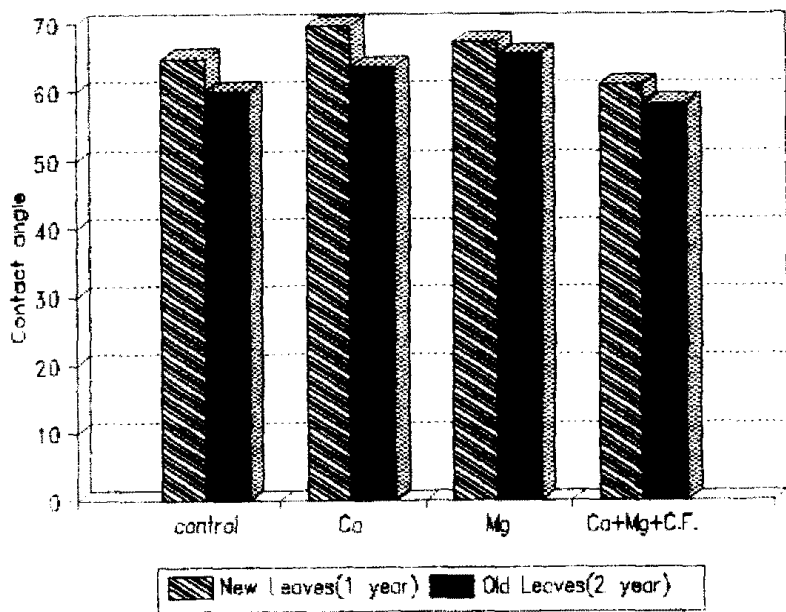


Fig.2 Contact angles of Japanese red pine's leaves in Namsan.

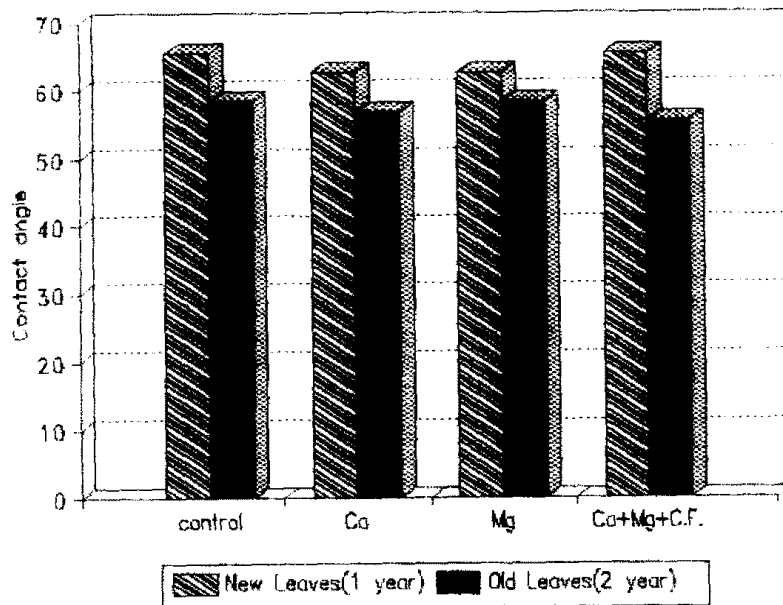


Fig.3 Contact angles of Japanese red pine's leaves in Kwangnung.

남산과 광릉에서의 접촉각은 1년생잎이 2년생잎보다 높게 나타났으며, 지역별 접촉각은 남산이 광릉보다 약간 높은 경향을 보였으나 차이는 없었다(그림2,3). 처리구별 접촉각의 값은 두 지역에서 차이를 보여주지 않았다. 남산의 1,2년생 소나무잎 모두에서 접촉각값은 Ca과 Mg처리구가 약간 높은 경향을 보였다. 광릉에 있어서 1년생잎의 접촉각의 값은 처리별로 차이가 없었으며, 2년생잎도 차이를 보여주지 않았다.

이상에서 접촉각 측정에 의한 처리간 차이로 피해정도를 구명하기는 힘들었으나 소나무잎의 1,2년생간 차이는 인정되었다. 반면에 wax 함량은 지역간, 처리간의 뚜렷한 결과를 보여주어 酸性雨 및 大氣汚染物質에 의한 被害判斷의 좋은 基準이 될 것으로 보였다. 그러나 환경오염에 따른 wax 함량과 접촉각 변화에 대한 연구가 도시에서는 잎에 쌓이는 분진과 같은 오염물질때문에 여러각도에서 재검토되어야 할 것으로 보였다.

(2) 葉內 무기양이온 함량

지역별로 Ca와 K의 함량은 남산 지역이 광릉에 비하여 상대적으로 높은 경향을 보였으나, Mg는 광릉 지역이 높은 값을 보였다. 남산에서 소나무 잎내 Ca, K 함량이 광릉 지역에서보다 높은 것은 시비관리를 하여온 것으로 보인다. 반면에 1년생잎뿐만아니라 2년생 소나무잎의 잎내 Mg함량 감소가 광릉지역보다 남산에서 크게 나타난 것은 酸性雨와 각종 汚染物質에 의하여 葉內 Mg溶脫이 많은데 기인 한 것으로 보인다. 葉面에서는 Ca는 1년생잎에 비하여 2년생잎이 높은 경향을 보이는데 비하여, Mg, K의 함량은 1

년생잎에서 더 높은 값을 보였다. 처리간 차이는 Ca과 Mg 비료를 시용함에 따라 잎내 1,2년생잎에서 Ca과 Mg 함량의 증가가 뚜렷하였다. 한편 복합비료의 시용은 남산에서 보다 광릉지역의 소나무잎에서 K함량 증가가 명확하게 나타났다.

Table 1. Mineral nutrient content of Japanese red pine's leaves in Namsan and Kwangnung.

Treatment	leaf age	Namsan			Kwangnung		
		K(%)	Ca(%)	Mg(ppm)	K(%)	Ca(%)	Mg(ppm)
New Leaves(1 year)							
Control	1yr	0.550	0.203	712	0.407	0.166	743
Ca(OH) ₂	1yr	0.470	0.270	756	0.487	0.225	810
Mg(OH) ₂	1yr	0.567	0.264	722	0.487	0.199	874
Ca+Mg+C.F	1yr	0.540	0.323	715	0.520	0.249	853
Old Leaves(2 year)							
Control	2yr	0.410	0.406	577	0.313	0.306	649
Ca(OH) ₂	2yr	0.393	0.452	589	0.333	0.415	732
Mg(OH) ₂	2yr	0.417	0.414	690	0.333	0.382	695
Ca+Mg+C.F	2yr	0.460	0.493	595	0.347	0.456	724

4. 參考文獻

1. Cape, J.N. 1983. Contact angles of water droplets on needles of Scots pine growing in polluted atmospheres. *New Phytol.* 93:263 -299.
2. Grill, D.H. Pfeifhofer, G. Halfwachs and U. Waltinger. 1987. Investigations on epicuticular waxes of differently damaged spruce needles. *European J. For. Path.* 17:246 -255.
3. Huttunen, S. and K. Laine. 1983. Effects of airborne air pollutants on the surface of *Pinus sylvestris* needles. *Fennica* 20:78 -86.
4. Krause, G.H.M., C.J. Arndt, J. Bucher, G. Kent and E. Matzner. 1986. Forest decline in Europe: Development and possible cause water., Air, and Soil Pollution 31:647-668.
5. 이경재, 이용범, 류창희, 김선희. 1991. 산성우 및 대기오염물질에 의한 삼림토양 및 식물군집구조의 변화. 한국대기보전학회요지집. 58-61.

6. 이경재, 오충현, 류창희, 조우, 최송현, 김선희, 정수진. 1991. 남산 자연공원의 수목 생육환경 실태 및 관리방안. 서울시립대학교 환경생태연구실. 28-31.
7. 이수옥, 민일식. 1986. 대기오염과 산성우가 삼림생태계에 미치는 영향. 과학기술처보고서. 49-89.
8. 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. 농촌진흥청. 450pp.
9. Percy, K.E. and R.T.Riding. 1978. The epicuticular waxes of *Pinus strobus* subjected to air pollutant Can. J. For. Res. 8:474-477.
10. Percy, K.E. and Baker, E.A. 1987. Effects of simulated acid rain on production, morphology and composition of epicuticular wax and on cuticular membrane development. New Phytol., 107, 577-589.
11. 류창희. 1991. 수도권지역 환경오염에 의한 수목 및 식물군집피해 판단에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과 석사학위논문. 20-43.