

## 조경지 관리와 산성비(4)



**이 원 규**  
전 임업연구원  
중부임업시험장장

기름값의 오름세와 함께 다소나마 운영경비를 줄이려는 개개인의 심리를 자극하여서인지 경유를 이용하는 차종을 선택하는 폭이 점차 늘어만 가고 있어 환경오염을 더욱 부채질하고 있는 요즈음의 현실이다. 더욱이 우리들이 대상으로 하고 있는 조경지는 도시지역 등 생활과 아주 밀접한 곳에 존재하고 있어 대기오염의 심각성은 날로 달로 그 정도가 증폭되고 있다고 보아야 할 것이다. 대기오염으로 인한 산성비와 함께 각종 오염물질은 우리 인간들뿐만 아니라 건축물, 수목 등을 포함한 주거환경까지 그 존재에 위협을 받고 있어 이들 공해물질과 산성비에 대한 기작을 충분히 이해하고 그 피해로부터 우리들 생활환경을 건전하게 유지하여야 함이 조경분야를 담당하고 있는 우리들 몫이라 생각하고 연 4회에 걸쳐 "조경지 관리와 산성비"를 다루어 보았다. 이 글이 다소 미흡하지만 동 분야의 피해를 예방하고

건전한 조경지의 유지관리에 조그마한 도움이 되었으면 하는 심정으로 전호에 이어 계속한다.

### (1) 유기물의 분해

낙엽의 분해에는 많은 생물이 관여하고 있으며 분해속도는 유기물의 성질, 토양형, pH, 온도, 수분 등의 조건에도 좌우되어 진다. 광질 토양의 산도가 높아지면 낙엽 층에는 미생물 분해속도가 완만하게 되며 미생물 분해의 소·중동물의 촉진 효과도 저하한다. 산성물질의 유입은 양이온의 용탈을 증가시키고 대형 토양 동물의 활성도를 떨어뜨리게 한다.

### (2) 질소의 변환

#### (가) 암모니아 화성(化性)작용

토양중의 유기태 질소화합물은 다수 그룹의 중속 영양의 세균, 사상균, 방선균에 의하여 무기화되며 산성강하물이 토양에 유입하여 산성화한 경우 적은 양이긴 하지만 무기화가 촉진된다고 하고 있다. 그러나 pH 3.5로 조성된 토양에는 자연 상태에서 pH 4.6의 토양에 비하여 암모니아 화성작용이 약 5%저하 한다고 하는 예도 있다. 즉 암모니아 화성작용에는 다수 그룹의 미생물이 관여하므로 환경변화에 대하여 민감치 않다.

#### (나) 초산화성 작용

자기 영양 초산화성 세균은 산성화에 민감하여 중성내지 미 알칼리성이 생육에는 적정하다. 산성 조건하에서는 기질(基質 : 효소의 작용을 받아서 화학반응을 일으키는 물질을 그 효소의 기질. 또 대사의 출발물질을 말하는데 여기서는 후자임)의 공급이 충분하여도 작용은 서서히 진행되고 관여하는 세균은 강산성에는 생육하지 않는

다. 그러나 야외 토양에서 pH 4 또는 그 이하의 때에도 NO<sub>3</sub>(초산태질소)가 검출되어지고 있다.

(다) 탈질(脫窒)

탈질(담수조건하에서 암모니아비료를 시비하면 산화층에서 초화균에 의하여 초산태 질소로 되고 이것이 토양표면 1cm이하의 환원층에서 환원되어 질소가스로 되어 대기 중으로 휘산 함을 말함)의 속도는 토양 pH 6.5에는 현저히 빠르고 N<sub>2</sub>O(일산화질소)는 조금씩 검출된다. 그러나 pH 4.6 및 3.5의 산성화토양에는 그 속도는 늦으며 최종 생성물은 N<sub>2</sub>O로 된다. 산성토양에는 초산태질소의 생성이 저하되어 질소는 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 형태로서 축적되며 더욱 산성 강하물이 가하여지면 질소 과잉의 삼림 쇠퇴가 문제로 된다.

(라) 질소 고정

산성이 강하게 되면 생물적 질소고정의 속도는 현저하게 저하한다. 콩과 식물과 균근 균(Rhizobium)을 함유한 질소고정계의 발달에 필수조건인 근류(根瘤) 형성은 특히 산성반응에 민감하다. 유럽의 예로서 pH 5.2이하에는 근류는 형성되지 않고 pH 5.0 이하에는 근류 박테리아의 수도 감소하였다 한다.

(마) 균근(菌根)

균근(Mycorrhiza : 고등식물의 뿌리에 균류가 공생적·비병원적 또는 약간 病原的으로 붙어서 생활하고 있는 것)의 대부분은 내산성(耐酸性)으로 척박한 산림토양에 성장하는 수목에 착생하여 있다. 산성우의 균근 공생에의 잠재적인 영향으로서 뿌리의 균근 감염 저해, 균근의 대사 저해, 중금속성, 균근 식물상(Mycorrhiza Flora)의 천이 저해 등이 예상된다.

토양 산도가 낮은 경우의 알루미늄과 중금속 독성은 외생균근의 형성을 방해한다. 발삼삼나무는 토양의 알루미늄농도가 증가하면 균근의 감염을 억제시킨다. 리기다소나무의 재배 액에 초산태 질소(NO<sub>3</sub>)와 암모니아(NH<sub>3</sub>)를 가하면 외생 균근의 알루미늄 흡수가 억제되어 지상부, 지하부의 양이온 집적량이 증가된다.

## 9. 산성비에 대한 토양 내성

가. 산성강하물에 의한 것으로 보여 지는 삼림 쇠퇴에는 국가간이나 학자사이에 큰 차이가 있다. 이 차이가 생기는 원인의 하나는 토양에 있는 것으로 생각되어진다. 산성강하물에 대한 토양의 내성은 토양의 산 중화능(中和能)과 농도는 낮지만 식물에 대하여 강한 독성을 나타내는 알루미늄의 방출능에 의하여 규정되어진다. 예로서 부식질이 많은 화산회토는 산성물질을 효율있게 흡착보지하거나, 역으로 알루미늄이온을 방출하기 쉽다. 따라서 산성비에 대한 내성(耐性)은 그만큼 크지 않다고 판단되어지는데 있다.

참고로 인접 일본국의 토양비료학회(1983)에서는 산성비에 대한 토양의 내성 평가에서 내성이 가장 강한 것으로 점토와 염기성암 유래 암적색토, 강한 것에는 회색 저지(低地)토와 갈색 저지토로 가장 약한 것으로 사구(砂丘)미숙토와 암쇄토 및 고산(高山)암쇄토로 구분하고 있다.

### 나. 산성비에 대한 토양 내성의 정의

토양에 의한 수소이온의 흡착과 토양으로부터 알루미늄의 방출 및 이들의 반응에 대한 생물, 미생물이나 식물에 대한 영향 2가지 면에서 주목하여 생각하면 토양의 산 중화능력은 먼저 생물적 요인으로서 초산태질소이온(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), 황산이온(SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)의 환원, 흡수. 그 다음 비 생물적 요인으로 광물의 용해변질, 교환성염기, 염기유실을 억제하는 토양의 능력 즉 CO<sub>2</sub>의 변화 및 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>의 변화이다.

토양 중에서 수소이온(H<sup>+</sup>)의 식물뿌리에 대한 해 작용의 메카니즘은 밝혀져 있지 않으나, 식물 뿌리에 대한 알루미늄의 해 작용은 알루미늄이온이 칼슘이온 등의 이온과 교환반응을 일으키는 것 및 식물체내의 인산화합물과 결합하고 화합물을 형성하는데 따라 야기하는 것으로 밝혀졌다. 알루미늄농도가 증가하면 이온반응이 증가하고 막(膜)에 있어서 칼슘결핍이 생기며 식물뿌리가

정상으로 생육되지 않게 된다고 한다.

## 10. 우리나라의 산림피해 실태

우리나라에서 대기오염 피해가 처음으로 문제가 된 것은 1930년대 함경남도 흥남 비료공장에서 배출된 매연 낙하진과 아황산가스가 공장주변의 농작물에 막대한 피해를 준 것이나 실제로 대기오염이 사회문제로 관심을 갖게 된 것은 1960년대 후반부터이다. 그 후 여러 지역에 공단이 조성되었고 배출된 오염물질이 주변의 산림을 훼손시키고 있는 것으로 나타났다.

임업연구원에서는 1986년부터 전국 주요지역에서 대기오염조사를 실시하여 오다가 1991년부터는 전국을 40km×40km로 격자화 하여 65개소의 고정조사구에서 대기오염도 및 산림생태계 변화조사를 실시하고 있다.

### 가. 대기오염실태

1991~1995년까지 조사한 대기 중 아황산가스의 평균농도는 울산, 여천 등의 공단지역이 15ppb로 가장 높았으며 도시지역이 11.2ppb, 중소도시가 9.9ppb, 농촌지역이 8.0ppb로 나타났다. 수목은 아황산가스의 농도가 10ppb 이상이 되면 생리적 장애가 나타난다는 연구결과가 있다. 따라서 이러한 환경조건하에서는 중도시나 농촌지역을 제외한 대도시나 공단주변의 도시림이나 조경지에서는 아황산가스에 의한 수목의 피해에 대하여 항상 주의를 하여야 할 것으로 본다. 동 기간 중의 강수산도는 전국 평균이 pH5.0이하의 산성비가 내렸으며 약 산성비가 내리는 지역이 점차 광역화되어가고 있는 추세라 한다.

### 나. 산림피해실태

대기오염, 또는 산성비가 장기적으로 지속되면 직·간접적으로 산림에 피해를 일으키게 하여 우리나라에서도 유럽과 같이 산림의 쇠퇴현상이 일어날 가능성이 있다. 1996년에 전국 260개소의

산림지역을 대상으로 수목의 쇠퇴도를 조사한 결과 쇠퇴현상이 경미하게 발생한 지역이 전체의 10%에 해당하는데 이 지역은 전남, 경남의 해안지역과 울산공단주변지역이었다.

### 다. 토양오염실태

토양산성화의 변화과정을 살펴본 결과 토양산도가 1986년도에 비하여 10년 후인 1996년에는 도시지역이 pH 4.6에서 pH 4.2로, 공단지역에서는 pH 5.0에서 pH 4.3으로 떨어져 토양이 산성화하는 경향을 보였으며 그중에서도 특히 울산지역의 토양산성화가 두드러지게 나타났다. 이러한 추세로 계속 진행된다고 가정하면 일부 도시 공단지역에서 수목의 고사, 쇠퇴, 토양의 산성화 등이 나타날 것으로 예상되지만 우리나라에서는 아직은 가시적인 집단 산림피해는 보이고 있지는 않다. 그러나 이런 추세로 산성강하물이 집적되면 머지 않는 장래에 선진공업국과 같이 가시적인 산림피해 현상이 나타나리라 예상한다.

## 11. 방지대책 및 앞으로의 전망

대기오염으로 인한 산림피해 및 생태계변화를 방지하고 그 피해를 최소화 하기 위하여는 근본적인 대책이 절실히 필요하다. 대기오염 물질의 배출량을 감소시키고 화석연료의 사용량을 줄이는 한편 대체 연료의 개발을 하여야 한다.

일반으로 임목의 생육에 악 영향을 미칠 수 있는 강한 산성의 토양은 없다고 하여도 좋은 산성비가 문제로 되고 있는 현 시점에서 산림토양의 pH가 저하 하고 있다는 보고는 없다고 본다. 다만 우리들이 주로 조경을 하려고 하는 그 주 대상 지역이 도시 및 그 연접지역인데 그 곳에 대기오염 물질이나 산성비로 인한 토양환경의 변화에 관하여는 연구가 추진되고 있지 않는 것이 아닌가 하고 생각할 때 아쉬움으로 남는다. 이에 관한 연구는 끊임이 없이 영구히 지속되어야 할 것으로 본다. 