



조경수 재배지의 토양조사 요령 및 분석자료 해석



이학박사 변재경
국립산림과학원 임지보전과

머리말

조경수 재배지의 토양조사와 분석은 토양이 지니고 있는 양분 함량과 유해성분의 존재여부를 파악하여 수목이 정상적으로 생육하는데 부족한 양분이 무엇인지, 생육불량 원인은 없는지 살펴보는 데 있다. 토양분석 결과에 따라 부족한 양분을 공급해 주거나 유해성분을 제거하는데 필요한 정보를 얻어 수목의 생육환경 개선에 기초 자료로 활용하는 가장 기본적이고 과학적인 방법이다.

수목의 생육기반인 토양은 물리성, 화학성 및 비옥도 등 다양한 인자에 따라서 영양상태와 생장이

좌우하게 되는데 조경수 재배지에서는 토양진단에 의한 처방과 개선은 매우 소홀히 다루고 있다.

식물은 종류에 따라 뿌리발달 깊이와 정상적인 생육에 필요한 유효토심 및 양분의 요구도가 다르다. 대부분의 조경수 재배는 과거 논이나 밭으로 사용하던 곳에서 이루어지고 있다. 수목은 농작물에 비하여 뿌리생육 공간이 깊고 넓으며 토양의 물리 화학성 적용범위가 다르다.

조경수 재배지는 대부분 사전 토양조사와 분석을 실시하지 않아 토양정보가 부족한 상태에서 식재함으로써 수목의 생육불량 및 고사로 이어지고 있어 사후관리에 큰 부담이 되고 있는 곳이 많다. 수목을 식재한 뒤에 토양에 대한 문제점이 나타나 이를 보완하기에는 많은 어려움이 따른다.

따라서 수목식재 전에 반드시 식재예정지에 대한 토양조사를 실시하여 입지환경 특성, 토양단면 형태 및 토양의 이화학성을 파악해서 이를 바탕으로 조경수재배 적합여부, 토양개토 또는 복토, 배수체계 개선, 토양개량 방법, 수종선정 및 시비량 결정 등을 전문가와 협의 후 식재하는 것이 필요하다.

1. 토양조사 및 시료채취 요령

가. 토양조사

〈표 1〉 입경분포에 따른 토성구분

구 분	성 분(%)			부 호
	점토(clay)	미사(silt)	모래(sand)	
양질사토(Loamy Sand)	- 15	-30	70-90	LS
사질양토(Sandy Loam)	- 20	-50	43-85	SL
양토(Loam)	17-27	28-5	25-53	L
사질식양토(Sandy Clay Loam)	20-35	-28	45-80	SCL
식양토(Clay Loam)	27-40	15-53	29-45	CL
미사질양토(Silty Loam)	12-17	50-80	20-50	SIL
미사질식양토(Silty Clay Loam)	27-40	40-73	-20	SiCL

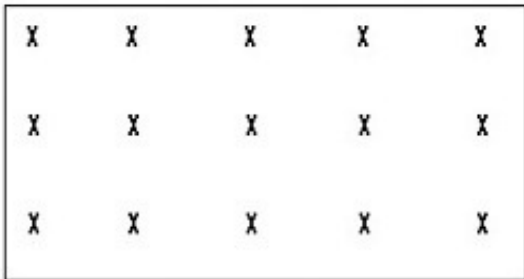
서 채취하는 방법과 무작위(random)로 조사점을 선정하여 채취하는 방법이 있으나 이 두 방법은 분석하고자 하는 목적과 토양의 비옥상태에 따라 다르기 때문에 현장에서 신중히 판단하도록 한다.

토양시료 채취는 수목 식재전 토양조사, 수목고사 또는 생육불량원인 구명, 조사지 면적 등 목적에 따라 시료점수, 채취지점 및 채취량, 채취방법이 다르게 된다. 특히 토양분석 시료의 채취에 있어서는 보다 더 세심한 주의를 해야 한다. 왜냐하면 시료 채취 후에 취급이나 분석을 아무리 정확히 하더라도 시료채취 오차는 분석측정 오차보다 항상 크기 때문이다. 그러므로 시료채취에 있어서는 이와 같은 사실을 염두에 두고 신중하고 정확하게 실시해야 한다.

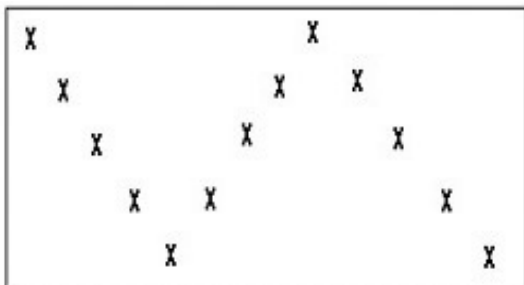
(1) 조경수 재배지

토양의 비옥도가 균일할 때는 5~10개 지점에서 취해도 되며 심토의 경우에도 수를 줄여 5~10개 채취하는 것이 좋다. 그러나 지형의 변화가 있는 곳, 표토 색깔이 변화가 있는 곳, 수목생장이 불량한 곳 등 지형적 특성에 따라 그 수를 임의로 조절할 수 있으며, 외관상 지형과 토성의 차이가 뚜렷할 때에는 따로 구분한다.

채취부위는 지역, 토성, 식재수종 및 나무크기에 따라 차이가 있으나 근권의 개념을 살린다면 보통



<그림 1>



<그림 2>

10cm 깊이의 표토를 채취하는 것이 원칙이다. 그러나 좀 더 세분하여 토양정보를 정확히 알려면 보통 표토층(0~10cm)과 심토층(40~50cm)으로 구분하며 수목의 크기, 토양상태에 따라 채취부위와 수량을 조절할 수 있다.

면적이 넓은 곳에서는 그림 1보다 그림 2가 더 좋은 시료채취 방법이며 한 조사구에서 보통 10~20개의 시료를 취하여 잘 섞어 1개의 시료로 만든다. 한 지점에서 10~20 개소의 시료를 채취하게 되면 많은 양이 되므로 비닐을 깔고 원추사분법(Conical quartering) 또는 축분법(Increment reduction)을 써서 잘 혼합하여 필요한 만큼의 토양시료를 취한다.

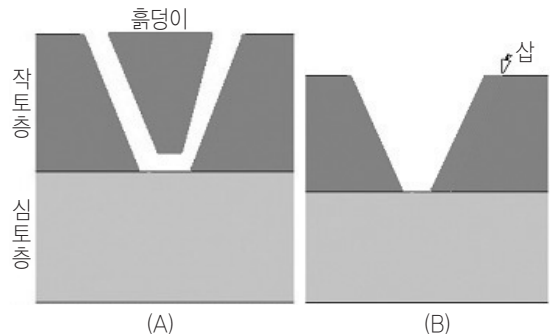
꽃삽 또는 삽과 같은 다른 용구를 사용할 때에는 그림 3의 A와 같이 흠덩이를 제거한 후 B의 흠조각을 시료로 취한다.

토양시료는 표토층과 심토층으로 구분하여 약 1kg 정도 각각 비닐봉투에 넣어 잘 밀봉하고 시료번호, 채취장소, 채취년월일 및 채취자 등을 기록한다.

(2) 수목 고사지 및 생육 불량지

수목고사 및 생육 불량지가 대면적일 경우에는 그림 2와 같이 토양을 채취하여 원추사분법 또는 축분법으로 균질한 시료를 채취하며, 군데군데 부분적으로 고사하거나 소면적일 경우에는 지표면의 풀, 돌 등 이물질들을 걷어낸 후 3곳~5곳 정도를 선정하여 표토(0~10cm)와 심토(40~50cm)를 구분하여 잘 섞는다.

또한 수목의 크기 및 피해정도에 따라 채취지점을 달리 선정할 수 있으며 수목고사나 생육불량 면적에 따라 시료채취 개소수를 결정한다.



<그림 3> 토양시료 채취 방법

발달되며, 토양 유기물과 대공극이 많을수록 가비중은 작아진다.

우리나라 산림토양의 가비중은 A층의 경우 평균 0.88 g/cm³ 이고 B층은 평균 1.01 g/cm³ 이며 보통 사질토양은 1.0~1.8 g/cm³, 식질토양은 1.0~1.3g/cm³ 의 범위에 있다.

대부분의 조경수목 식재지는 가비중이 높게 나타나는 경향을 보이고 있는데, 이러한 원인은 재배 과정에서 경운, 제조작업 및 굴취작업 등에 의해 토양이 답압되기 때문이다. 이와 같은 물리적 악화는 가뭄이나 많은 강우시 수분의 과부족 현상을 쉽게 발생시키는 주 원인으로 작용할 우려가 높으며, 특히 토양의 견밀화는 어린나무뿌리 발달에 지장을 초래할 뿐만 아니라 토양 산성화 및 토양 미생물의 번식을 제한하는 요인으로도 작용한다.

나. 토양화학성

(1) 산도(pH)

토양산도는 토양반응의 정도를 나타내는 지수로써 토양 중에 있는 물질의 성질이나 행동에 중요한 영향을 미치며, 또한 토양 미생물의 활동이나 식물의 생육을 좌우하는 인자이다. pH는 용액 중에 유리상태로 있는 수소이온 활동도의 역대수를 의미하며 용액중의 수소이온 농도를 표시하는 지수이다.

토양산도는 토양의 산성, 중성, 알칼리성을 알기 위해 산도측정기로 측정하는데, pH 7은 중성이고 pH 7보다 낮은 값은 산성, 높은 값은 알칼리성이며 토양반응이 중성(pH 6.5~7.0)에 가까울 때 양분의 유효도가 가장 높다.

토양산도가 pH 5.5이하로 산성이 강할 경우에는 토양 양분중 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 붕소 등을 불용화시켜 유효도를 낮게 하고 철, 알루미늄, 망간 등은 너무 많이 녹아나와 뿌리의 생장을 억제시키는 등 생리장애를 일으키게 될 뿐만 아니라 유효한 토양미생물의 번식과 활동을 억제할 수 있다.

반대로 pH 값이 알칼리성일 경우 인산, 가리, 붕소, 철, 아연, 구리와 같은 원소들의 용해도가 매우 낮아져 식물이 이들 원소를 충분히 흡수하지 못해 결핍하게 되고 칼슘, 마그네슘 등은 과잉되어 원소의 불균형으로 길항작용을 일으키므로 정상적인 생장이 어렵게 된다.

한편, 우리나라 산림토양 A층의 평균은 pH 5.48이고 B층은 pH 5.52이다.

(2) 유기물(Organic matter)

유기물은 보수력, 통기성, 투수성, 토양구조의 변화 등 토양의 이화학적 성질 개선에 중요한 역할을 함과 동시에 미생물의 활동을 왕성하게 하고 식물에 영양분을 공급하고 저장하는 저장고이므로 수목에 대한 양분 보급면에서 매우 중요한 기능을 한다.

유기물은 동물, 식물, 미생물 등의 유체가 부패되어 집적된 것으로 모든 양분의 공급원이며 유기물이 많으면 질소, 인산 등의 양분이 증가하고 양이온 치환용량도 높아진다.

(3) 전질소(Total Nitrogen)

질소는 광합성에 필요한 엽록소, 생리작용을 촉진하는 물질을 공급하는 원소로서 식물에 가장 많이 필요로 한다.

질소는 주로 NH₄-N, NO₃-N의 상태로 흡수되며 토양내 유기상태 질소, 무기태 질소의 총량을 분석하는 것이 전질소이다.

암모니아태 질소는 토양의 pH가 5~7의 범위에 있어야 그 효과가 질산태와 같거나 크고, 강산성 또는 알칼리성 토양에서는 질산태 질소의 효과가 크다.

식물은 질소가 부족하면 생육이 극히 불량하고 잎이 작아지며 세포막이 두꺼워져 광택이 없고 섬유질이 많은 엷은 색으로 된다. 활력이 부족한 식물에 질소비료를 시비하면 엷색을 진하게 하고 활력을 주며 엷면적을 증대시키는 효과가 현저히 높다.

(4) 유효인산(Available Phosphorous: P₂O₅)

인산은 광합성과 호흡작용에 관여하는 식물생장과 가장 밀접한 관계를 가지고 토양과 임목간의 순환계에 작용하는 중요한 인자로 유효인산은 식물이 쉽게 이용할 수 있는 형태이다. 인산은 토양 중에서의 이동이 적어 타 성분비하여 토양의 흡착 또는 고정되는 양이 많으므로 시비할 때마다 인산을 시비할 필요가 없으나 우리나라 토양은 대부분 인산이 매우 부족하다.

인산이 결핍되면 외관적으로는 뚜렷한 증상이 나타나지는 않으나 결핍이 계속되면 뿌리의 발육이 빈약해지고 지상부 생장도 억제되어 왜소해지며 잎은 작아지고 색깔은 회록색을 띠게 된다.

(5) 양이온치환용량(Cation Exchange Capacity : CEC)

양이온치환용량은 일정량의 토양이 가지고 있는 치환성 양이온(K, Na, Ca, Mg)들과 같은 양이온을 교환할 수 있는 능력으로서 보통토양 100g이 가

〈표 3〉 토양의 분석항목별 적정함량

분석 항목	토성	산도 pH	유기물 (%)	전질소 (%)	유효 인산 (mg/kg)	C.E.C (cmol ⁺ /kg)	치환성 양이온 (cmol ⁺ /kg)				전기 전도도	NaCl (%)
							K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	EC (dS/m)	
적정	SL~	5.5~	3.0	0.25	60~	12.00~	0.25	0.10~	2.50~	1.50	0.40	0.05
함량	L	6.5	이상	이상	200	20.00	0.50	0.50	5.00	이상	미만	미만

(10) 전기전도도(EC)

전기전도도는 용액중의 전류를 운반할 수 있는 정도를 측정하여 용액중의 이온세기를 신속하게 평가할 수 있고, 이온성분과 불순물이 어느 정도 포함되어 있는가를 측정하여 함유된 이온과 염의 농도를 종합적으로 표시하는 지표이며 수소이온, 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등 치환성양이온 등과 밀접한 관련이 있다. 따라서 토양의 염류는 토양수중에 녹아 이온상태로 되어 전기의 전도를 용이하게 해주며, 전기전도도를 측정하므로써 염류의 농도를 간접적으로 알 수 있다.

토양에 염류가 집적되면 삼투압이 증가하여 물의 흡수를 저해하고 식물의 양분흡수를 방해하여 길항작용을 일으키므로 식물생장에 중요한 제한인자이다. 전기전도도가 0.2dS/m 이하이면 수목식재가 가능하며, 0.4dS/m 이상이면 식물생육에 크게 유해하다고 알려져 있다.

(11) 염분(NaCl)

토양의 염류집적은 삼투압작용에 의한 Cl⁻ 등의 과잉흡수에 의한 독성유발로 식물생육을 크게 저해하는 요인으로 작용한다. 또한 토양중에 Na⁺와 Cl⁻의 집적현상은 해풍과 모세관현상에 의한 지하수의 상승작용과 함께 토양수내 용해되어 있는 이온이 토양 밖으로 용탈되지 않고 토양표면과 식물의 증발산 작용으로 토양수분이 제거되고 토양입자와 결합함으로써 발생된다.

수목에 대한 생육한계 농도는 0.05%미만이며 해송 및 아까시나무 등 내염성 수종은 이보다 약간 높을 수 있다.

(12) 염기포화도(Base Saturation)

양이온치환용량에 대한 치환성 양이온의 비율이다. 즉, CEC에 대하여 Ca, Mg, K, Na의 비율을 말한다. 염기포화도는 pH와 밀접한관계에 있으며 일반적으로 염기포화도가 높으면 토양의 비옥도도 높다.

우리나라 산림토양의 염기포화도는 대부분 30~40%이다.

(13) 중금속(Heavy metals)

비중이 비교적 큰 금속. 비중이 5.0이상의 것, 혹은 4.0이상의 것으로 Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Se, Mn, Sn, Ag, Hg 등을 말한다.

맺음말

수목의 뿌리분포는 심근성 및 천근성 수종에 따라서 큰 차이를 보이고 있으며 토양환경에 따라 달라지는 경향이 많다. 점토가 많은 토양은 뿌리의 침투가 불량하고 사질토양은 통기성이 양호하여 뿌리가 깊게 발달한다. 수목에 수분과 양분을 공급하는 세근은 지표 30cm 이내에 80% 이상이 분포하고 있으며 이들 세근의 발달이 수목생장에 크게 영향을 미치기 때문에 세근이 분포하고 있는 부위의 토양환경 개선은 생육불량 원인의 근본적인 해결이라 할 수 있다. 그러나 지금까지 크고 작게 발생한 수목피해지의 사례를 보면 식재전 간단한 토양조사와 분석을 실시하여 토양환경 개선대책을 세웠더라면 많은 곳에서 피해를 미리 예방할 수 있었을 것으로 판단된다.

따라서 조경수목의 수세불량과 고사의 원인이 토양이나 양분관리 소홀에 따라 발생할 수 있기 때문에 토양의 외관적인 특성을 조사하고 분석을 실시하는 것이 매우 중요하므로 반드시 실행해야 할 것이다.

수목식재지 토양은 인공적인 관리, 자연적인 환경인자의 영향 및 식생, 지형 등 토양형성 인자에 의해 급속히 또는 완만하게 변하는 것이므로 토양의 유지관리 노력에 따라서 현재의 불량지가 정상적인 수목생육지로 개량될 수 있고 반면에 양호한 상태의 토양이 점차 열악하게 될 수 있음을 이해하고 잘 대처해야 할 것이다. 