

나무가 숨쉬는 토양

- 조경 수목 이식에서 토양의 중요성 (2) -



박현준 | 대표이사
(주)푸름바이오
hunjun1@hanmail.net



1. 토양환경 파악의 중요성

식재설계 과정에서 식재할 토양환경 파악의 중요성에 대하여 언급하였다. 식재설계는 주로 조경 디자인 설계업체에서 하게 되는데, 조경 식재 디자인에 앞서 토양환경에 대한 정확한 이해 하에 식재 수종의 선택, 토양개량법 선정 등 가장 기본적인 사항을 먼저 점검하여야 한다.

이를 바탕으로 식재도면과 시방서가 나오게 되는 것이고, 현장에서 설계자의 의도에 따라 식재가 이루어지는 것이다. 이는 패션디자이너가 원단에 대한 정확한 정보 및 이해가 선행되어야만 멋있고 훌륭한 의류 디자인을 할 수 있는 것과 마찬가지로 이다.

〈표3-1〉 식재지 토양 환경 정보

공사개요	공사명 :					
	발주처 :		시공사 :		설계업체 :	
	지역 :					
	조경공사업체 :					
구분	내용					
식재환경	위치	경사	사면방향	식재식물	광환경	
	<input type="checkbox"/> 도로변 <input type="checkbox"/> 주택지구 <input type="checkbox"/> 상가지구 <input type="checkbox"/> 공업지구	<input type="checkbox"/> 경사없음 <input type="checkbox"/> 완만 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 급할	<input type="checkbox"/> 동 <input type="checkbox"/> 서 <input type="checkbox"/> 남 <input type="checkbox"/> 북	<input type="checkbox"/> 교목 <input type="checkbox"/> 관목 <input type="checkbox"/> 잔디 <input type="checkbox"/> 기타()	<input type="checkbox"/> 양지 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 음지	
토양물리성	토성	배수성	보수성	유효수분량	토양경도	
	<input type="checkbox"/> 식 토 <input type="checkbox"/> 식양토 <input type="checkbox"/> 양 토 <input type="checkbox"/> 사양토 <input type="checkbox"/> 사 토	<input type="checkbox"/> 좋음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 불량	<input type="checkbox"/> 좋음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 불량	<input type="checkbox"/> 적음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 많음	<input type="checkbox"/> 무름 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 딱딱함	
토양화학적	pH(1:5)		전기전도도(1:5)		유기물함량	보비력
	<input type="checkbox"/> 산성(5.6이하) <input type="checkbox"/> 중성(5.6~7.0) <input type="checkbox"/> 알칼리성(7.0 이상)		<input type="checkbox"/> 2dS/m 이상 <input type="checkbox"/> 1~2dS/m <input type="checkbox"/> 0.5~1dS/m <input type="checkbox"/> 0.5dS/m 이하		<input type="checkbox"/> 매우낮음 <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 높음	<input type="checkbox"/> 매우낮음 <input type="checkbox"/> 낮음 <input type="checkbox"/> 보통 <input type="checkbox"/> 높음

조경식재를 잘 하기 위해서는 식재설계자가 의도하고 기획한 바를 공사업자들이 현장 조건에 맞춰가면서 식재를 해야 한다. 이를 위해서는 먼저 현장 공사업자들이 설계도면 및 시방서에 나와 있는 토양개량법 및 식재방법을 숙지하여야 한다. 특히 <표 3-1>과 같은 조경공사 현장의 토양환경정보를 알고 있으면 수목식재 시 많은 도움이 될 것이다. 그리고 현장에 있는 토양뿐 아니라 반입토양의 물성도 분석하여 수목식재 시 참고하여야 한다.

<표 3-2>에는 토양 평가 항목과 각 항목에 대한 선정사유에 대해서 나타내었다.

<표 3-2> 토양 평가 항목 및 선정사유

구분	항목	선정사유
생태 기준 지	토성	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 입자크기분포이며, 토양의 물리성, 화학성 및 미생물적 특성을 결정하는 가장 기본적인 토양특성임. • 복토/성토되는 토양의 특성에 따라 토성이 매우 다양하게 나타남.
	용적밀도	<ul style="list-style-type: none"> • 공극률 및 토양 다짐정도를 나타냄. • 토양매립지는 성토 작업 시 중장비의 사용으로 인하여 토양이 다짐되고 용적밀도가 증가함.
	배수성 (통기성)	<ul style="list-style-type: none"> • 물 빠짐의 정도를 나타내며 비모세관 공극률과 관련이 깊음. • 뿌리호흡 및 신장에 영향을 미침.
	보수성	<ul style="list-style-type: none"> • 식물이 생육하는데 필요한 수분의 보유능력
화학 화 지	유기물함량	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 유기물의 함량으로 비옥도의 판단기준 • 토양일단구조 형성(물리성, 화학성 함량)과 환경압에 대한 완충력(CEC)을 향상시킴. • 일단구조가 파괴되어 있는 토양지반에서는 토양 일단화 형성 측면에서 매우 중요함.
	토양반응(pH)	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 양분의 유효도와 흡수량 결정. - 유효인산은 pH에 따라 유효도가 크게 차이남
	양이온교환용량	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 양분의 보유력과 외적 환경변화(침출수, 가스발생 등)에 대한 완충력을 나타냄.
	질소	<ul style="list-style-type: none"> • 식물체 구성성분이며, 생장에 필요한 비료성분임. • 토양유기물의 부식화 속도(탄질률)에 영향을 미침
	유효인산	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 중에서 불용화 되어 걸핍되기 쉬운 성분으로 주로 식물체의 에너지 대사에 작용을 함. • pH에 의해 유효도가 달라짐. (pH6 부근이 유효도 높음)
	칼륨, 칼슘, 마그네슘	<ul style="list-style-type: none"> • 식물 생육에 필수적인 요소로 표토층(토양 A층) 교란 시 대부분 유실되어 부족해짐.

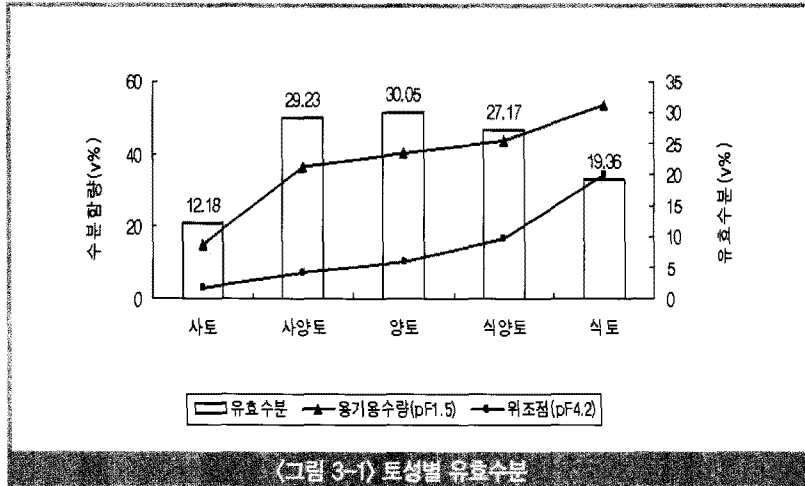
- * 토양평가항목은 토양물리성과 화학성을 평가할 수 있는 지표로 토양물성기준에 따라 상급, 중급, 하급, 불량지로 구분함.
- * 성기 토양물성항목 평가결과에 따라 토양개량방법 및 소재의 검토가 이루어져야 함.

여러 가지 토양 평가 항목을 검사하는 것이 현실적으로 불가능하다면 <표 3-3>과 같이 토성만 알아도 토양의 보수성과 배수성에 대한 정보를 얻을 수 있다. 사토의 경우 보수성은 낮고 배수성이 높다. 식토의 경우 대부분 보수성이 좋다고 생각하는데 이것은 한편은 맞고 또 한편으로는 틀린 얘기이다. 즉 물을 함유하고 있는 양은 많지만 식물이 이용할 수 없는 물의 양도 많기 때문이다.

<표 3-3> 토성별 물리적 특성

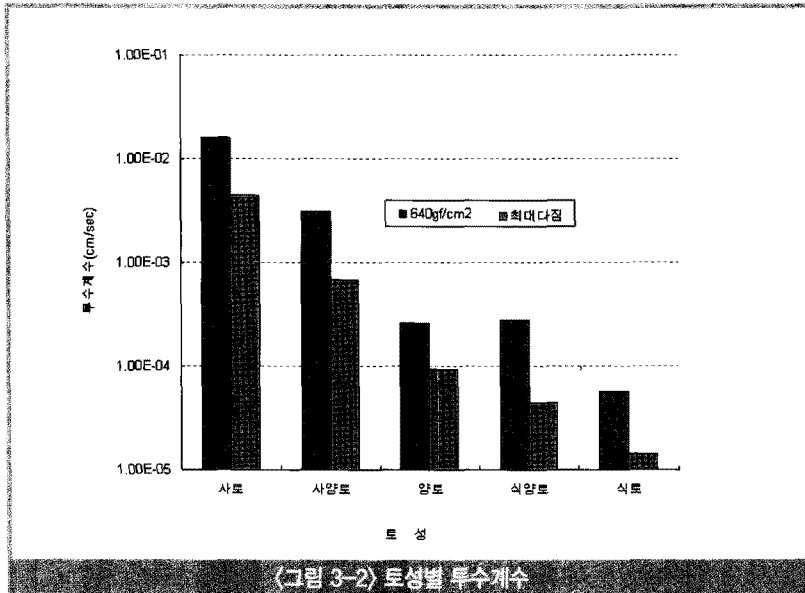
토성	입도분포	용적밀도 (g/cm ³)	특성
	모래:미사:점토		
식토	15 : 15 : 70	1.12	<ul style="list-style-type: none"> • 수분 흡수 보유력 큼 • 배수 불량(식토는 식재불가) • 습할 때 점착성, 건조시 응집 경화
식양토	35 : 30 : 35	1.18	
양토	40 : 40 : 20	1.31	<ul style="list-style-type: none"> • 수분 및 양분보유능력양호 • 배수, 통기, 식재 조건 양호
사양토	70 : 20 : 10	1.42	
사토	90 : 5 : 5	1.56	<ul style="list-style-type: none"> • 건조시 수분증발, 우천시 양분의 용탈

토성별 유효수분은 <그림 3-1>과 같으며, 식토와 사토는 유효수분이 적고 양토가 유효수분이 가장 많다.



나무가 이용할 수 있는 유효수분이 많고 적음으로 토양의 물리성이 좋은지 나쁜지 판단할 수 있다. 즉 토양의 좋고 나쁨은 그곳에 식재하고자 하는 나무가 잘 자랄 수 있는지 없는지에 따른다.

<그림 3-2>의 토성별 투수계수는 유효수분과 마찬가지로 토양 고유의 성질이며, 투수계수가 크면 배수성이 좋다.



2. 좋은 토양의 조건

우리는 흔히 배수가 불량한 토양에서는 수목이 잘 자라지 않고, 물빠짐이 너무 좋으면 수분관리를 자주해야 한다는 것을 무의식중에 알고 있다. 그렇다면 토양상태를 미리 알고 각각의 식재기반에서 필요한 토양의 조건을 알 수 있다면 설계할 때, 그리고 시공할 때 매우 도움이 되지 않을까?

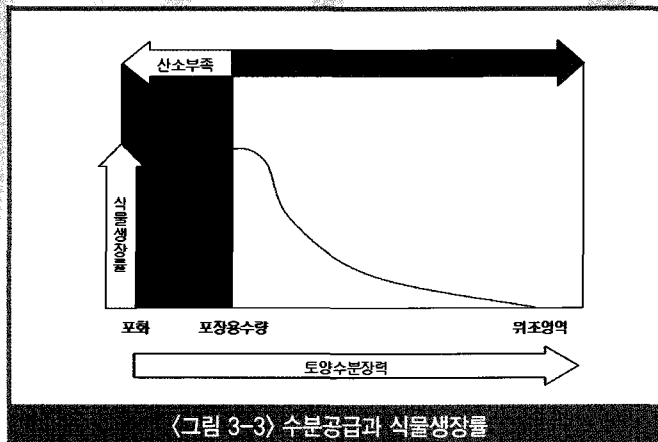
토양상태는 크게 물리성, 화학성, 미생물성, 이렇게 3가지로 나눌 수 있다. 이 중에서 식물의 생육과 밀접한 조경식재에서는 미생물성을 제외한 토양의 물리성, 화학성을 다루어보기로 한다. 평가항목은 <표 3-4>와 같이 나누어 볼 수 있다.

“식물에게 어떠한 토양이 가장 좋은가?”라는 질문을 수도 없이 받는다. 그럴 때 필자는 이렇게 답한다. 어느 쪽도 치우치지 않은 토양이 가장 좋은 토양이라고. 토양의 입자가 너무 크면 배수성이 좋겠지만 보수성이 떨어지고, 토양 반응(pH)이 너무 높거나 낮으면 양분유효도가 좋지 않아서 양분을 흡수할 수 없게 된다. 따라서 가장 쉬운 말이며서도 어려운 말인 적당한 토양이 가장 좋은 토양인 것이다. 사람의 인생에 있어서도 중용의 도를 지키면서 사는 것이 가장 쉬우면서도 어려운 것처럼 말이다.

〈표3-4〉 토양상태의 평가항목

구분	항목	선정사유
배양적	토성	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 입자크기분포이며, 토양의 물리화학적 성을 결정하는 가장 기본적인 토양특성임. • 복토/성토되는 토양의 특성에 따라 토성이 매우 다양하게 나타남.
	용적밀도	<ul style="list-style-type: none"> • 공극률 및 토양 다짐정도를 나타냄. • 토양매립지는 성토 작업 시 중장비의 사용으로 인하여 토양이 다짐되고 용적밀도가 증가함.
	배수성 (통기성)	<ul style="list-style-type: none"> • 물 빠짐의 정도를 나타내며 큰 공극률과 관련이 깊음. • 뿌리호흡 및 신장에 영향을 미침.
	보수성	<ul style="list-style-type: none"> • 식물이 생육하는데 필요한 수분(유효수분)의 보유능력
환경적	유기물함량	<ul style="list-style-type: none"> • 토양 유기물의 함량으로 비옥도의 판단기준 • 토양입단구조 형성(물리성, 화학성 향상)과 환경암에 대한 완충(CEC)을 향상시킴. • 입단구조가 파괴되어 있는 토양지반에서는 토양 입단화 형성 측면에서 매우 중요함.
	토양반응(pH)	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 양분의 유효도와 흡수량 결정. 특히, 유효인산은 pH에 따라 유효도가 크게 차이남
	양이온교환용량 (CEC)	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 양분의 보유력과 외적 환경변화(침출수, 가스발생 등)에 대한 완충력을 나타냄.

식물생장률은 〈그림 3-3〉과 같이 수분이 너무 많아서도 수분이 너무 적어서도 안되며, 포장용수량¹⁾ 정도의 물에서 가장 식물생장이 우수하다.



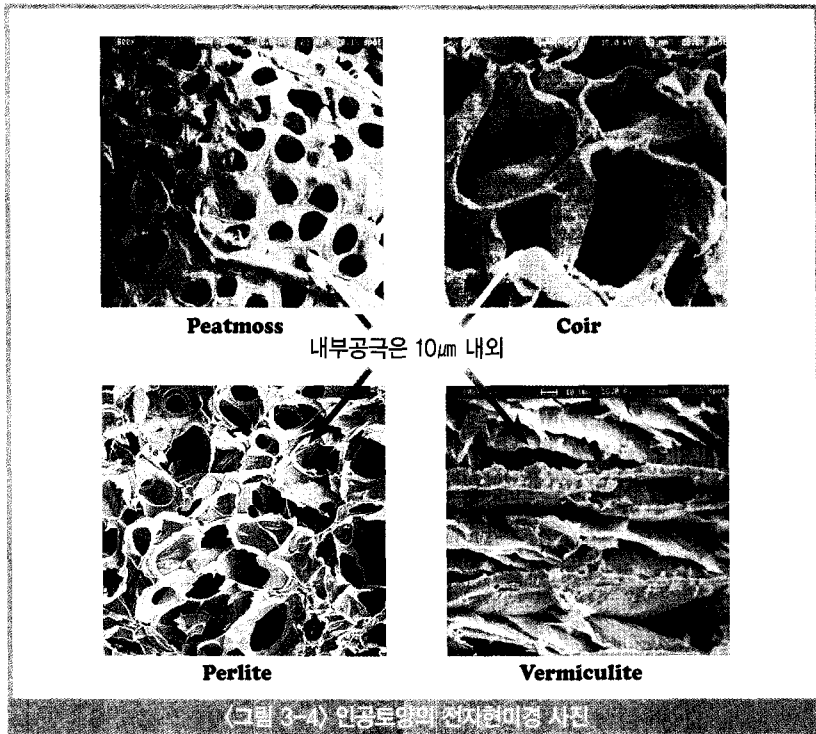
〈그림 3-3〉 수분공급과 식물생장률



3. 인공토양과 자연토양의 차이점

자연토양은 입자가 뭉친 형태, 즉 입단에 의해 소공극과 대공극을 보유하게 된다. 그럼으로써 수분, 양분, 공기를 식물에게 공급할 수 있다. 그렇다면 피트모스, 코코피트, 펠라이트, 질석(버미큘라이트)과 같은 인공토양은 어떻게 수분, 양분, 공기를 식물에게 공급하게 되는 것일까?

1) 농경지에 관개 또는 강우로 많은 물이 가해지면 과잉수의 대부분은 큰 공극을 통하여 배출되고 그 후 물의 표면장력에 의한 모세관작용으로 물의 이동이 계속되다가 이 작용에 의한 이동이 거의 정지 되었을 때 이 표층토(表層土)의 수분을 포장용수량이라고 함.

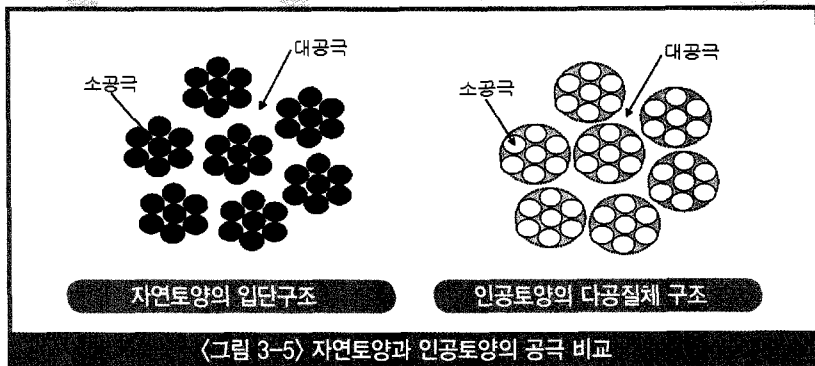


(그림 3-4) 인공토양의 전자현미경 사진

인공토양은 물리적인 기준에서 유·무기 다공질체라고 할 수 있다. 자연토양과 다르게 <그림 3-4>에서 보듯이 입자내부에 10 μ m내외의 수많은 소공극을 가지고 있으며, 입자와 입자 사이에는 대공극을 가지고 있다.

인공토양의 입자내부에 존재하는 작은 공극(소공극)에서 바로 수분, 양분, 공기를 머금고 식물에게 공급하는 것이다.

<그림 3-5>에서 보는 것과 같이 인공토양의 입자크기는 약 0.5~3mm 정도로 자연토양에서 입단의 크기와 비슷하여 입단과 입단사이의 대공극이 하는 역할을 인공토양의 입자자체가 하고 있는 것이다.



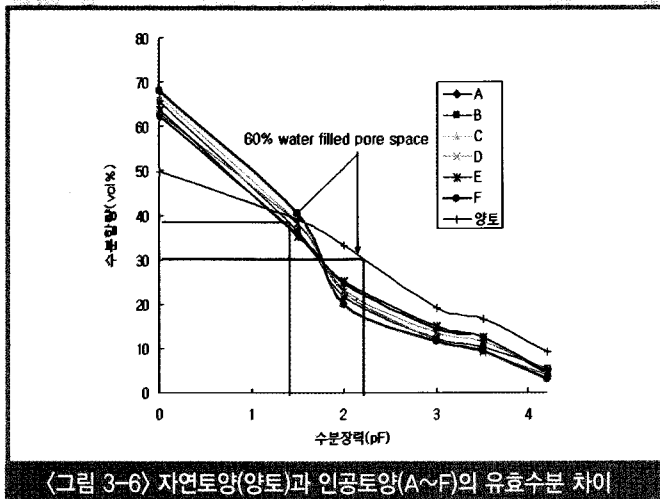
<그림 3-5> 자연토양과 인공토양의 공극 비교

인공토양은 자연토양에 비하여 수분보유력에서 많은 차이를 보인다. <그림 3-6>에서 보듯이 0.03기압 이하의 수분, 즉 식물이 쉽게 이용할 수 있는 수분보유력은 크지만 그 이후의 수분보유력이 자연토양에 비하여 작다.

보통 자연토양에서 토양공극량의 60%가 물로 차있는 상태(WFPS)에서 미생물과 식물의 활력이 가장 우수하다.

WFPS(Water filled pore space)가 60%인 수분함량은 인공토양에서보다 자연토양에서 훨씬 큰 수분장력에서 형성된다.

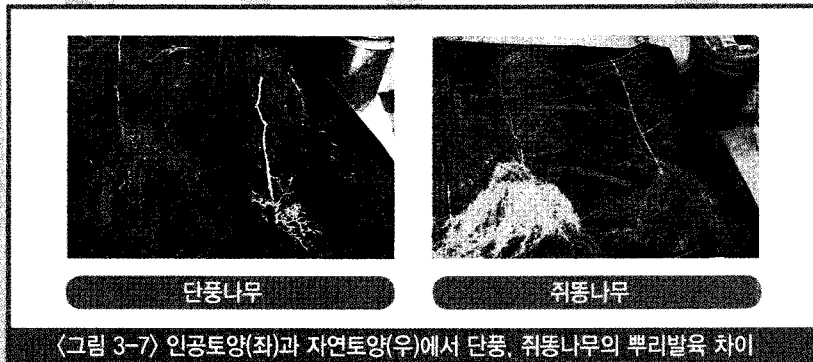
쉽게 설명하면 인공토양에서는 작은 힘(수분장력)으로도 물빠짐이 쉽고 자연토양에서는 공극에서 물이 빠지려면 비교적 큰 힘이 필요하다는 것이다. 물빠짐이 좋다는 것은 토양통기성이 좋다는 것이고 토양통기성이 좋다는 것은 뿌리의 내림과 활력이 좋다는 것이다.



〈그림 3-6〉 자연토양(양토)과 인공토양(A~F)의 유효수분 차이

인공토양에서는 0.05~0.1기압 정도의 작은 힘에서 20~60%의 큰 폭으로 수분함량이 변하며, 자연토양에서는 0.3~1기압 정도의 큰 힘에서도 20~30%의 작은 폭으로 수분함량이 변하였다. 즉 인공토양에서는 자연토양에서보다 약 2배이상 토양통기성이 좋으며, 수분함량도 큰 폭으로 변하기 때문에 지속적인 수분스트레스를 받아 식물이 뿌리 내림과 활력이 좋게 되는 것이다.

이러한 이유로 인공토양의 식물은 지속적으로 약한 수분스트레스를 받으며, 보다 많은 수분흡수를 위해 잔뿌리의 양을 늘리려고 한다. 따라서 〈그림 3-7〉처럼 펠라이트에서 자란 단풍나무와 쥐똥나무 뿌리의 잔뿌리가 자연토양에 비하여 훨씬 많아지는 것이다. 현장에서는 수목이식을 할 때 펠라이트와 같은 인공토양을 혼합하게 된다면 잔뿌리 발달에 도움이 되어 활착률이 높아질 것이다.



〈그림 3-7〉 인공토양(좌)과 자연토양(우)에서 단풍, 쥐똥나무의 뿌리발육 차이



4. 식재설계할 때 고려해야 할 토양환경

과거 조정에서는 “적지적소”라고 하여 나무를 심기 좋은 곳, 토양이 좋은 곳에 주로 나무를 심고 조정을 하였다. 하지만 근래에 들어 옥상녹화, 쓰레기 매립지 녹화, 비탈면녹화, 임해매립지 녹화처럼 수목의 생육이 어려운 곳에 식재를 하는 경우가 상당히 많아졌다. 식재가 불가능한 곳을 가능한 곳으로 만들기 위해서는 식물이 살 수 있는 토양에 대한 이해가 필수적이다.

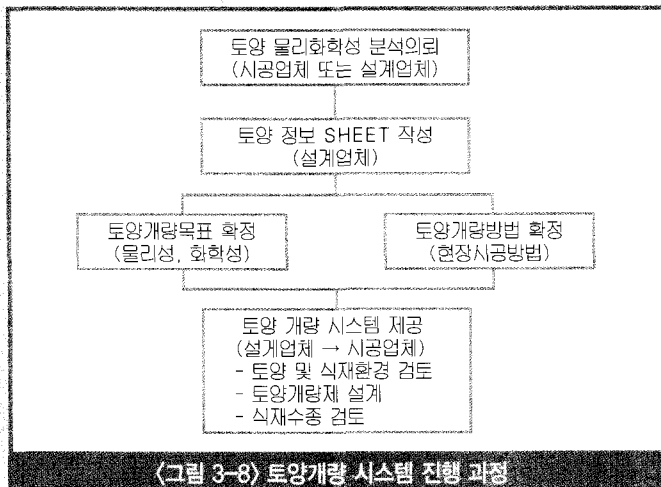
이제까지 수목, 잔디, 초화류가 공통적으로 필요로 하는 토양 물성에 대하여 살펴보았으며, 수목이 좋아하는 토양은 수목종류에 따라 특히 천근성, 심근성에 따라 요구되는 토양의 물리 화학성이 각각 다르다. 예를 들어 천근성의 경우 모래가 많이 섞여있는 사양토를 좋아하고, 심근성의 경우 점토가 많은 식양토의 토양을 좋아한다. 대나무의 경우는 뿌리이기 때문에 식토 토양에서 잘 자란다. 이러한 바탕 위에서 각각이 처한 환경적 요인, 기후적 요인에 맞추어서 조정식재를 시행해야 한다.

그렇다면 토양환경 중 공통적으로 관리해야 할 항목이 무엇인지에 대해서 살펴보자. <표 3-5>에서 불량등급을 제외하면 어디든 식물을 식재할 수 있으며, 식재하고자 하는 특수환경에 맞추어 토양이 악화될 경우를 대비하여 경제적 이면서도 효율적인 토양개량방법을 선택해야한다.

〈표 3-5〉 조경토양의 기준

구분	평가항목	단위	평가등급			
			상급	중급	하급	불량
물리성	유효수분량	m ³ /m ³	0.12 이상	0.12~0.08	0.08~0.04	0.04 미만
	공극률	m ³ /m ³	0.6 이상	0.6~0.5	0.5~0.4	0.4 미만
	투수성	cm/s	10 ⁻³ 이상	10 ⁻³ ~10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ 미만
	토양경도	mm	21 미만	21~24	24~27	27 이상
화학적	토양산도(pH)	-	6.0~6.5	5.5~6.0 6.5~7.0	4.5~5.5 7.0~8.0	4.5미만 8.0이상
	전기전도도(E.C.)	dS/m	0.2 미만	0.2~1.0	1.0~1.5	1.5 이상
	염기치환용량(C.E.C.)	cmol/kg	20 이상	20~6	6 미만	
	전질소량(T-N)	%	0.12 이상	0.12~0.06	0.06 미만	
	유효태인산 함유량(Ava. P ₂ O ₅)	mg/kg	200 이상	200~100	100 미만	
	치환성 칼륨(K ⁺)	cmol/kg	3.0 이상	3.0~0.6	0.6 미만	
	치환성 칼슘(Ca ²⁺)	cmol/kg	5.0 이상	5.0~2.5	2.5 미만	
	치환성 마그네슘(Mg ⁺)	cmol/kg	3.0 이상	3.0~0.6	0.6 미만	
	염분농도	%	0.05 미만	0.05~0.2	0.2~0.5	0.5 이상
유기물 함량(O.M)	%	5.0 이상	5.0~3.0	3.0 미만		

하지만, 식물의 생육환경이 열악한 임해매립지, 인공지반위에 조성되는 식재지반 및 토양환경이 불량한 가로수 식재지역의 토양은 「중급」 이상의 토양평가 등급을 적용하여 토양을 개량토록 하는 것이 바람직하다.



〈그림 3-8〉 토양개량 시스템 진행 과정

아무 계획없이 토양개량을 하거나 하지 않는 것은 매우 위험한 발상이며, 내가 식재하고 하는 대상지의 정확한 환경파악과 그 중에서 식재하고자 하는 식물이 뿌리를 내리고 사는 토양의 환경을 파악하는 것은 무엇보다 중요하며, 설계자들이 반드시 고려해야 할 항목이다.

따라서 내가 지금 설계하는 곳이 어디이며, 그곳에 토양이 있다면 어떠한 상태인지 파악해야하고 만약 토양의 상태가 좋지 못하다면 어떠한 방법으로 토양개량을 해야 할 지를 고려해 보아야 한다.

〈그림 3-8〉과 같은 과정으로 토양환경을 파악한다면 식재설계를 할 때 많은 도움이 될 것으로 믿는다. 🌱