

## 조성지 토양에의 조경수 심기(Ⅲ)



**이 원 규**  
전 임업연구원  
중부임업시험장장

조성지 토양에 나무를 심을 때에 제일 문제로 되는 것은 부지의 조성 당시에 동원된 중장비로 인하여 토양의 견밀도가 매우 딱딱하여 식물 뿌리의 신장이나 물과 산소의 공급이 불량한 점 등 식물생장에 중요한 관계를 갖는 토양의 삼상 조성비 등 토양의 물리성을 어떻게 나무의 생육 조건에 맞출 것인가 하는 문제 일 것이다. 본 호에서는 이러한 관점에 역점을 두고 토양의 물리성과 식물생육과의 관계 등에 대하여 생각하여 보기로 하였다.

### 나. 조성지 토양의 물리성 개선

#### (1) 물리성의 개선과 유기물의 역할

토양의 물리성을 개선에는 단립화의 촉진이나 통기성, 투수성, 보수성의 증가 등으로 개량자재로서는 식물 질이나 광물질 외에 합성물의 고분자 화합물이 있다. 식물질의 것으로는 니탄(泥炭)질 자재나 벚짚 혹은 보릿대류의 유기질 자재가 있으며, 이들 유기질 자재는 토양의 화학성 개량 뿐만 아니고 토양의 물리성을 개선하는 효과가 크다. 광물질의 자재로는 퍼라이트(pearlite), 버미큘라이트(vermiculite) 등이 있으며, 보수성이나 통기성의 개선에 이용된다. 합성물질의 고분자화합물에는 폴리비닐알콜(polyvinyl-alcohol)계(系), 포리아크릴(polyacryl)계, 메라민(melamine)계, 에틸렌(ethylene)계 등이 있는데 이들은 토양입자를 凝集(응집)·결합시켜 안정한 단립을 만드는 것이다. 이들 고분자계 개량자재의 단립화력(團粒化力)은 강력하지만, 퇴비와 같이 종합적인 토양개량효과는 바랄 수 없다.

조성지 토양의 물리성이 나무의 새장에 매우 나쁜 상태임은 전호에서 설명한 바 대로이다. 이러한 토양의 물리성 개선을 하는 데에는 위의 자재 중 목질 계 유기질 자재(툽밥퇴비, 수피퇴비 및 목질칩류의 퇴비 등)가 가

장 효과적이다. 특히 조성지 토양의 경우는 토양이 견밀하면서 설상가상 격으로 유기물이라고는 전혀 찾아 볼 수 없기 때문이다.

토양유기물이 수목등 식물의 생장에 어떠한 역할을 하는가에 대하여는 먼저 토양유기물의 기능을 이해할 필요가 있다. 세계에서 가장 비옥한 토양이라고 일컬어지고 있는 유럽이나 아메리카의 소맥생산지대의 부식이 많은 흙에 대하여 탄소의 동위원소로부터 연대를 조사하여 본 결과 2천년에서 3천년전의 유기물이 남아 있다는 보고가 있다. 이는 유기물이 토양의 비옥도에 얼마나 깊은 관계를 갖고 있는가를 말하여 주는 좋은 사례라고 나는 생각한다.

따라서 토양에 어떠한 방법으로 유기물을 많이 축적시킬 수 있도록 할 것인가 하는 문제가 토지생산업의 입장에서 볼 때 매우 중요함은 별도의 설명이 필요치 않을 것이라 본다. 토양유기물은 토양에서 양분을 얻으며 생명체를 유지하는 동식물에는 필수적인 것이다

여기서 토양유기물의 기능을 설명하면 유기물은 분해되어 질소, 인산, 규산, 칼슘 등의 식물양분을 공급하는 것 외에 토양의 물리·화학적 성질, 토양미생물의 활동 등 토양의 중요한 성질 전체에 관계를 갖고있다.

#### (가) 토양 생성에 관한 관계

먼저 식물뿌리의 분비(分泌)에 의한 것이나, 미생물 대사산물로서의 탄산 기타 무기산, 수산(蓚酸 oxalic acid : 유기산의 하나로 어떤 종의 미생물에 의하여 형성 됨), 초산(acetic acid : 자극성이 있는 무색 액상의 산으로 식초의 성분이며 각 종의 발효로 생성 됨), 기타의 유기산등에 의한 광물 등의 용해성이 있어 이들로부터 용해하기 어려운 성질을 갖는 인산염, 탄산염 등이 용해한다. 또 부식산(humic acid : 황갈색 혹은 흑갈색으로 무정형의 불균질 한 重縮合物質群으로 토양에 가하여진 유기물이 분해 重縮합의 부식화과정을 거쳐 생성) 등에 의한 알루미늄, 철, 망간, 구리 등의 금속원

소의 키레트(chelator : 화합물의 구조가 금속원자 혹은 수소원자를 사이에 끼우는 형으로 되어있는 것을 의미)화도 중요한 작용의 하나이다. 토양의 생성작용에는 크게 나누어 기계적, 화학적 및 생물적 풍화작용이 있는데, 위는 생물적 풍화작용으로서 고등식물은 일종의 산을 분비해서 암석을 용해하는 것으로 알려지고 있는데 고등식물의 뿌리는 바위의 금이 간 부분에 뚫어 들어가 그 틈새를 점점 확대시키며 종래에는 붕괴를 촉진시키고 뿌리에서 산을 분비하여 바위를 용해시킨다.

뿌리세포의 팽압(膨壓)은 10기압에 달하고 수목의 뿌리의 생장에 있어서 주위에 미치는 압력은 4.5~15.5kg/cm<sup>2</sup>이라고 한다.

또한 식물 유체가 썩으면서 탄산가스를 비롯해서 많은 가용성 유기산을 생성하기도 하고 부식산과 같은 녹기 어려운 산성물질도 생성됨으로 이것이 암석, 광물, 토양에 작용해서 풍화를 촉진하는 토양생성에 관여하게된다. 신선한 화강암이 “마사토”라 불리 워 지는 가늘고 미세한 입자 상태의 토양으로 변화하기까지 대개 백 만년의 세월이 필요하다고 하는데, 이들 토양생성에 유기물이 역할 한다는 것이다.

#### (나) 식물에의 양분 공급

토양 유기물은 질소·인산·칼슘 기타의 회분(灰分)을 함유하고 있어 이들의 성분은 유기물이 분해할 때에 가급태로 되어 식물에 의하여 흡수 이용된다. 토양유기물은 동식물 유체가 분해되어지는 도중의 미 부식 부분과 부식부분으로 이루어진 복잡한 유기화합물의 혼합물로서 일정의 조성을 나타내기는 곤란하며 그 탄소 함량은 실험을 통하여 58%로 알려지고 있다. 따라서 토양중의 탄소 함량은 비교적 용이하게 얻을 수 있으므로 그 탄소함량의 수치에 계수 1.724(=100/58)를 곱하면 그 토양속에 함유되어있는 전 유기물의 함량을 얻을 수 있다. 또, 토양 유기물중의 전 질소함량은 4~6% 평균 5%로 생각되고 있으며, 이의 토양 내의 전 질소함량 중 직접 식물의 양분으로 될 수 있는

ammonia태 및 초산태질소의 함량은 불과 수 %에 지나지 않고 대부분은 유기태로서 존재하여 식물양분으로서는 불가급태이다. 이 유기태질소의 대략50%는 산(酸)에 의하여 가수분해된 단백질의 질소이나 서서히 분해하여 ammonia태·초산태로 되기 때문에 유기질의 공급은 식물에 대한 질소 공급원으로서 대단히 중요한 의미를 갖는다.

(다) 부식산은 다수의 칼복실기, 페놀성수산기를 갖는다.

토양에 가하여진 유기물은 다수의 칼복실기, 페놀성수산기를 갖기 때문에 염기교환용량(양이온치환용량, "Cation Exchange Capacity : C.E.C" 이라고도 하며 토양이나 교질물 100g이 보유하는 음전하의 수와 같다. 즉 식물의 양분 물질인 질소, 칼륨, 마그네슘, 및 칼슘은 양의 전기를 띠고 있어 염기 교환용량이 큰 토양일수록 많은 양을 보유하게 된다. 참고로 우리 나라 산림토양 평균치는 11.34me/100g 이고, 비옥한 토양일수록 이 수치가 크며, C.E.C가 큰 토양에 생육하는 식물은 비교적 안정함)이 약 300me/100g로 극히 크고 칼슘(Ca<sup>++</sup>), 마그네슘(Mg<sup>++</sup>), 칼륨(K<sup>+</sup>) 등의 교환성염기 및 암모니아(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)를 흡착 보관 유지하여, 이 들 식물 양분의 저장 공급이라고 하는 의미에서 중요한 역할을 하고 있다. 이는 곧 토양 속에 부식산이 존재함으로 인하여 식물이 취할 수 있는 양분이 윤택하여짐을 뜻하고 있다. 이와 같은 염기를 흡수 보관 유지하는 능력에 의하여 토양의 완충능을 뚜렷하게 증대시켜 토양의 산성제로의 급격한 변화를 막게된다.

(라) 토양유기물중의 유기산(有機酸)은 알루미늄, 철과의 키레트(chelator)화합물을 만들게 되며 이로 인하여 인산성분의 토양 중 고정을 막아 거름으로 준 인산의 무효화를 방지하게된다.

위의 설명 중 키레트(chelator)화합물이란 말은 먼저 키레트는 그리스어의 "사이에 두다, 끼우다"의 어원에서 유래되어 이용되었으며, 화합물의 구조가 금속원자 혹은 수소원자를 끼우는 형으로 되

어있는 것을 의미하고 있다. 특히 인산은 토양 중에서 철 또는 알루미늄과 결합하게되면 용이하게 용해할 수 없어 그 효과가 떨어지게 되는데 이때 토양 중에 부식이나 유기물이 많으면 게가 가위로 물건을 끼워서 집는 것 같은 형태와 같이 부식이 그 분자의 속으로 철 또는 알루미늄을 끼워 넣어서 키레트화합물을 만들게 함으로서 인산의 비료로서의 효과를 나타내게 한다는 뜻이다.

(마) 토양에 유기물을 공급함은 토양의 색깔을 갈색에서 흑색을 띄게 하여 토양온도의 상승에 역할을 하게된다.

(바) 토양 유기물은 물을 잘 흡수한다.

점토는 그 중량의 약 반 량의 물에 포화하나, 토양유기물은 그 중량의 약 4 ~ 6배의 물을 흡수하는 능력을 갖고 있다. 임업연구원에서 1972년도에 실시한 시험 결과로서 신선한 낙엽을 60℃에서 건조시킨 후 24시간 침수시켜 유리수분을 없이하고 그 무게를 측정 한 결과 낙엽층 낙엽은 절건중에 대하여 2.5배, 잣나무, 리기다소나무, 소나무의 낙엽은 평균 2.0배의 수분을 흡수하고 있었다고 결론하였다. 따라서 토양 내에 유기물이 많은 곳에서는 한발에 대한 내성이 강함을 우리는 알 수 있음과 동시에 조경지의 관리에 큰 지침으로 될 것으로 믿는다.

(사) 부식화도가 높은 부식산은 점토, 칼슘과 함께 소형의 단립(團粒)을 만든다. 이들 소형의 단립은 곰팡이의 균사, 세균 등 미생물이 분비하는 폴리우로나이드(polyuronide : 우론산의 중합체) 등의 접착작용에 의하여 대형의 단립을 형성한다.

(아) 토양 유기물은 토양미생물의 생육활동을 왕성하게 하고, 유용한 화학 반응을 촉진한다.

이상에서 설명한 내용과 같이 토양유기물은 토양의 물리적 성질과 화학적 성질의 개선 유지에 필요 불가결한 물질로서, 이들이 갖는 제 작용은 어느 것이나 토양 비옥도(soil fertility)와 관계가 있는 한 부분을 이루고있어 특히 조성지와 같은 유기물이 거의 없는 상태의 토양에는 말 할 것도 없고

토지생산업을 영위하는 한 유기물의 공급이 단절되어서는 결코 소기의 목적을 달성할 수 없음을 다시 한번 강조하는 바이다.

### (2) 토양 삼상의 조절

토양내의 고체, 물, 공기를 토양 삼상(三相)이라고 하며 쉽게 말하여 흙, 자갈, 나무뿌리를 포함한 고체 부분과 공극(孔隙)부분이 있는데 이 공극 부분은 물과 공기가 자유롭게 출입하며 채워지게 되는데, 강우 직후에는 물이 차지하는 비율이 높아지고, 공기가 차지하는 비율은 그만큼 줄어들게 된다. 반대로 한발이 계속되면 토양 공극내에 공기가 차지하는 비율은 높아지고, 물이 차지하는 공간은 줄어든다는 의미다. 이들 용적조성을 토성별로 비교하여 보면 고상 : 액상 : 기상의 용적비율이 사토는 50 : 40 : 10, 식질(점질)토양은 45 : 50 : 5인데 비하여 산림토양은 25 : 65 : 10의 비율로 조성되어있다 한다. 식물의 생육에서 보아 이상적인 토양 삼상의 구성은 고상 50%(무기물 45% + 유기물 5%), 액상 25%, 기상 25% 라하고 있으며 이와 같은 토양의 삼상 비율은 뿌리의 신장, 물이나 산소의 뿌리에의 공급의 양부 등 식물생육에 중요한 관계를 갖고있다는 점에서 매우 중요하다.

여기서 문제로 되는 조성지 토양에 나무를 심으려는 우리들은 어떻게 하여야 이상적인 식물생육에 맞는 토양의 삼상으로 조절하여 줄 것인가 하는 점이다. 먼저 나무를 심고자하는 조성지의 토양의 삼상 조성을 알아야 할 것이다. 그 연후에 대처 방안이 나올 것이기 때문이다. 조성지 토양은 누차 말하였던 것처럼 조성 당시의 중장비에 의한 답압으로 그 견밀도가 매우 딱딱하여 고상의 비율이 거의 100%에 육박 할 것으로 보아 그다지 틀림이 없다고 본다.

그러므로 조경을 계획한 부분에 한하여 심어진 나무가 성장 한 후의 근권(根圈)이라고 믿어지는 깊이까지의 토양 삼상을 조절한다는 생각으로 잘 부숙한 목질계 퇴비 등의 유기질 자재를 흙과 잘 섞어주는 작업을 실시하므로써 식재 부분만이라도

고상의 비율을 낮추어 주는 작업이 꼭 이루어져야 할 것으로 본다. 한번 조경을 실시하고 난 후에는 토양의 삼상 조절은 불가능하므로 조경 실시 전에 실행함이 좋겠다. 유기질 자재의 공급은 식재 당년에 국한하지 말고 건전한 조경지를 위하여 매년 실시한다는 마음 갖음이 무엇보다 중요하다고 생각한다.

### (3) 토성의 조절

토양 생물의 활동이 활발한 흙에서는 모래와 점토가 적당한 비율로 혼합하여 있어 흙의 공간은 30~50%가 있으며, 화산지대의 흙에는 70%에 달하는 토양도 있다 한다. 이 흙 속의 공간은 강우직후는 물로 채워져 있으나, 한 발이 계속하면 공기가 대부분을 차지하는 것으로 앞에서도 설명을 하였다. 토성은 사토, 사양토, 양토, 식양토, 식토의 5종류로 대별되는데 이 토성과 식물 생육과의 관계를 살펴 보면 입경(粒徑)이 큰 모래에는 단위 면적당의 표면적은 대단히 적어 화학적 활성, 즉, 물이나 양분 물질의 보관 유지능력은 적다. 이 때문에 식물은 조금만 가물어도 한해(旱害)에 걸리기 쉽고 또 식물 양분의 보지능력이 약하므로 비료 성분이 유실하기 쉽다. 미사토의 경우도 모래와 닮은 성질을 갖이나 이것을 다량으로 함유한 토양에서는 입자의 표면적이 많아져 어느 정도의 가급대 양분의 저장 장소로 되는 경우도 있다. 또, 입자가 적게되면 수분의 보지력은 증가한다.

이외는 반대로 식토 즉 점토가 많이 섞여있는 경우는 단위 중량당의 입자의 수는 놀라울 정도로 많고 그 표면적도 뚜렷하게 증가한다. 그러므로 다량의 물과 양분 물질을 흡착 보관유지 한다. 따라서 유기질이 적은 토양의 물의 보관 유지능력은 점토의 함량에 의하여 크게 영향을 받는다. 점토는 물을 흡수하면 용적이 증가하고 마르면 수축한다. 점토는 용액중의 양이온을 흡착하고 또 흡착된 이온은 다른 양이온과 교환된다. 이와 같이 점토는 토양의 물리성·화학성에 대하여 큰 역할을 갖고 있다.

식물이 사토와 같은 토양에 심어졌다면 날씨가 조금만 가물어도 물 주기 등의 작업이 뒤따라지 않으면 생육하기 힘들게 되고, 반대로 지나친 점토에 심었을 경우도 그 나름대로의 사후 관리를 철저히 하지 않으면 소기의 성과는 거둘 수 없다는 것을 우리들에게 가르쳐주는 대목이라고 보면 좋을 것이다. 그러므로 지나친 사토나 점토의 경우는 식물생육에는 부적당하다는 말이 된다.

점토가 지나치게 많으면 중점(重粘)으로 과잉의 물을 함유하여 공기의 유통이 나쁘고 항상 일반의 토성을 지닌 토양보다 차가운 온도로 유지되기 쉬우며, 건조하면 구열(龜裂)이 생겨 식물의 뿌리를 손상시킨다. 이와는 반대로 흙 알의 입자가 지나치게 크면 물이나 공기의 유통은 좋으나 한해에 걸리기 쉽다. 또 식물 양분의 보관하고 유지하는 힘이 약하고 비료성분은 유실하기 쉬우며 급격하게 지력은 감퇴한다. 토성과 식물 생육과의 관계는 식물의 종류에 따라 다르며, 또 기후, 지형, 지하수면, 토

양의 성층 상태 및 화학적 성질에 의하여도 달라진다. 일반적으로 보아 모래와 점토의 비율이 적당한 사양토, 양토, 식양토와 같은 나무의 생육에는 적당하다고 볼 수 있다.

따라서 나무를 심으려고 구획한 조성지 토양에서의 토성이 지나치게 점토이거나, 반대로 지나치게 모래땅이라고 판단되었을 때는 토성의 조절이 절대 필요 할 것으로 본다. 한번 조경을 하고 나면 토성이 양극임을 알았다하여도 그 조절이 극히 곤란하기 때문이다. 토성의 조절 방법으로는 모래땅에는 점토를 점토인 곳에는 모래를 객토하여 잘 섞어 주어야 할 것이며 그 깊이는 적어도 1m 이내의 깊이까지는 계획함이 좋을 것이다. 전 항의 토양의 삼상 조절과 함께 토성의 조절은 기성 조경지에서는 거의 불가능한 것으로 판단되지만 조성지 토양에서는 한번쯤 시도하여 볼 충분한 가치가 있지 않을까 생각한다. **조경수**

