

토양의 이 · 화학성과 조경지의 관리(3)



이 원 규
전 임업연구원
중부임업시험장장

전호에는 토양의 물리적 성질로서 토양입자와 표면적, 토양의 비중과 가 비중, 토양입자의 배열과 공극(특히 토양의 단립구조를 형성하는 기구)에 관한 내용의 설명을 하였으며 계속하여 토양의 물리적 성질에 대한 내용을 소개한다. 조경수의 건전한 성장과 조경지 관리를 위하여는 무엇보다 토양에 대한 기초지식이 필요하기 때문이다.

3. 토양입자의 배열과 공극

가. 단립(單粒)구조와 단립(團粒)구조

토양의 단립(團粒)의 크기나 그 모양은 토양조건이나 환경조건에 규제된다고 할 수 있다. 단립

(團粒)구조의 유지와 증진을 하기 위하여는 가장 적당한 수분 상태에서 경운하고 유기물 및 석회를 시용할 것이며, 토양개량제의 시용등의 방법이 있음도 알아둘 필요가 있다. 그러면 식물생장에 알맞은 토양의 단립(團粒)구조를 갖도록 하기 위하여, 먼저 그 생성 기구에 대하여 알아보자.

나. 단립(團粒)구조의 생성 기구

하나하나의 토양입자가 결합하여 단립(團粒)을 형성하는 기구는 간단한 것이 아니고 대개 다수의 인자가 이에 관여하고 있는 것으로 생각되어지며 이와 같은 인자들 중에서 주요한 것으로 생각되어지는 것은 다음과 같다.

(1) 미생물에 의한 것

균류 및 방선균은 그 균사에 의하여 토양입자를 물리적으로 결합함과 동시에 많은 미생물이 분비하는 Polyuronic acid의 重合體 및 우론산과 중성 당이 결합한 酸性多糖을 포함하여 말함. 우론산은 糖의 誘導體의 총칭)의 접착 작용에 의하여 토양입자가 뭉치게 된다. 토양의 단립화(團粒化)에 대하여 유기물이 갖는 작용은 점토입자가 가지고 있는 음(-)하전(陰荷電)과 유기물이 가지고 있는 양(+)하전(陽荷電)에 의하여 화학적으로 토양입자를 결합시키는 것으로 생각하고 있으며 토양 내에서의 유기물 존재의 의의는 미생물의 생육을 촉진하는 것에 의하여 단립화를 진척시키는 간접적인 효과의 쪽이 큰 것으로 알려지고 있다. 조경지에 가급적이면

유기물을 많이 함유할 수 있도록 하는 방법을 강구하여 실행토록 여러 차례 입버릇처럼 이야기한 내용 중의 하나가 바로 여기에 있는 것이다.

(2) 식물의 뿌리와 지렁이 등 토양 동물의 작용

콩과식물의 뿌리는 직접 토양입자를 묶어(결합시켜) 단립화를 뚜렷하게 진척시키며 기타의 식물에는 단립을 붕괴시키는 것이 많다. 또 지렁이 등 토양 동물의 체내를 통하여 배설(排泄)한 토괴(土塊)는 극히 안정된 단립(團粒)을 만든다. 한 조사(Watanabe, H. 1975)결과에 의하면 지렁이 분괴(糞塊)량은 1㎡당 2.3~6.1kg, 평균 3.8kg로서 1ha당으로 환산하면 38톤의 분괴가 지표면으로 배출되었다고 하는 보고가 있다. 그러므로 조경지에 지렁이 등 토양소동물의 먹이가 되는 유기물을 풍부하게 한다는 것은 곧 조경지를 건강하게 관리하는 초석이 될 것으로 본다.

(3) 콜로이드 상 물질에 의한 것

단립형성에 관여하는 콜로이드(Collid : 膠質物 또는 토양의 경우 2μ이하의 점토 입자)물질로서는 점토광물(Clay minerals : 토양생성과정에서 재합성된 2차광물이며 입경 0.002mm미만인 소립자이므로 활성 표면이 매우 큼), 콜로이드상(狀)의 철·알루미늄의 화수산화물, 콜로이드상의 유기물 등이 있다.

점토입자는 음(-)으로 하전하여 이것이 물에 접하여 있는 것으로 가정한다. 물분자는 극성분자로서 존재하고 물이 증발함과 동시에 점토입자가 서로 접근한다. 이 때 칼슘, 알루미늄과 같은 양이온이 존재하면 입자가 이것을 끼워 접근하여 단립(團粒)을 만든다. 또 이 극성분자에 의하여 콜로이드는 큰 입자에 부착하여 방상(房狀)으로 되어 차츰차츰 단립으로 발달한다. 이와 같이 콜로이드물질은 결합체로서 단립생성에 공헌하게 되는 것이다.

4. 토양의 삼상분포

토양은 고상(固相)·액상(液相)·기상(氣相)에 의하여 구성되며 이 삼상(三相)의 구성비율은 식물뿌리의 성장의 어려움과 쉬움, 뿌리에의 산소·수분의 공급의 좋음과 나쁨 등 식물의 생육을 지배하는 중요한 성질이 된다. 식물의 생육이라는 측면에서 보아 가장 이상적인 토양의 삼상 구성은 고상 50%(무기물 45%+유기물 5%), 액상 25%, 기상 25%로 구성된 경우가 좋다고 하고 있다. 일반적으로 모래의 함량이 많은 토양에는 고상이 차지하는 비율은 크고 공극량이 적게 되며, 반대로 식질의 토양에는 공극량이 많게 된다. 토양입자 간에 존재하는 공극은 액상과 기상과가 차지하며 이 비율이 적당하여야 한다. 액상은 식물의 뿌리에 수분과 양분을 공급하고 기상은 뿌리의 호흡에 필요한 산소를 공급한다.

농경지에 있어서는 퇴비를 많이 시용하여 단립 구조를 만드는 것에 의하여 토양의 삼상의 함유 비율을 인위적으로 변화시킬 수 있다. 혹은 또 사질토에는 점토를, 식질 토에는 모래를 객토하는 등 삼상의 함유비율을 변화시키는 방법이 있으며 강우가 계속하면 액상이 차지하는 비율이 갑자기 증가하고 반대로 한발이 계속되면 기상이 차지하는 비율이 갑자기 커진다. 작물을 재배할 때 혹은 묘포에서는 논두렁을 만들어 강우 때의 액상이 차지하는 비율을 적게 하고 혹은 논두렁 사이에 관수하여 이것을 증가시키는 등 액상과 기상의 관계를 인위적으로 조절할 수가 있다.

그러나 삼림, 과수원, 조경지에 있어서는 사정이 매우 다르다. 따라서 이러한 경우에는 어떻게 하여 토양의 삼상을 조절할 것인가가 문제로 대두 된다. 객토를 혹은 유기질을 어떤 방법으로 보급하여 토양의 삼상을 적당하게 조절할 것인가 하는데 조경지 관리에 애로가 있다. 적지적수개념에서 조경수를 선택함도 중요하고 다행히 건조경지에서는 토양의 삼상구성으로 인하여 문제가

야기되는 경우는 적다고 본다.

잔적토(殘積土)의 경우 A층은 유기물 함량도 많고 고상이 차지하는 비율이 50% 전후이나 B층, C층과 심층으로 진행하는데 따라서 고상의 비율이 많아지게 된다.

토층 전체가 미립질(微粒質)의 경우 B·C층이 단립(單粒)으로 입자가 어긋나게 밀접하게 접근하여 공극이 적게 되고 특히 기상이 차지하는 비율이 적어지게 된다. 이와 같은 상태가 되면 뿌리의 호흡이 곤란하게 되며 뿌리는 표층 가까이에 수평으로 신장하게 된다. 이들의 관계는 모질물(母質物)의 차이에 의하여 변하게 된다. 예를 들어 결정 편암 질(結晶片岩質) 토양에는 토층 전체가 미립 질로 되어 있어 능각(稜角 : 곧고도 모가 나는)이 있는 암편(岩片)이 많이 존재하고 이 때문에 대 공극이 많게 되고 산소가 토양 속 깊은 곳까지 공급된다. 고상의 부분은 암석의 파편·1차 광물·2차 광물로부터 이루어져 식물 양분의 공급원이며 또 양분의 저장장소이다. 그러나 이들 양분을 흡수하는 뿌리에 산소를 공급하는 기상, 수분을 공급하는 액상이 적당한 비율로 존재함이 양분함량의 다소 등보다도 먼저 식물의 순조로운 생육에 중요하다. 뿌리가 자유로이 그 바람대로 깊은 곳까지 신장할 수 있는 것 같은 삼상분포의 상태가 식물의 생육에는 가장 마음에 드는 성질이라고 생각할 수 있다. 이 부분은 조경지의 토양관리를 함에 있어 가장 우선적으로 생각하여야 할 부분인 것 같다. 즉 고상 50%, 기상과 액상이 각 각 25%되게 조경지를 관리함이 가장 이상적이다.

가. 고상(固相)

(1) 무기성분의 주체는 자갈·모래 등을 구성하고 있는 조암광물(造巖鑛物 : 一次鑛物) 및 이들이 다소로 됨과 동시 풍화를 받은 것과 점토 중에 함유되어있는 점토광물(2차 광물)이다. 입경이 큰 자갈·모래는 거의 조암광물로 되

어 있으며 가는 모래로 되면 풍화에 대하여 저항력이 비교적 강한 석영·장석·전기석 등이 많게 된다. 점토는 입경이 $2\mu(\mu : \text{micron} = 1\text{m의 } 100\text{만분의 } 1)$. 따라서 2μ 은 0.002mm 이하의 것을 가리키며 몇 가지의 조암광물을 함유하는 점토광물이 많게 된다. 점토광물은 암석이나 조암광물이 물리적·화학적 풍화를 받은 결과 새롭게 생성된 것이다. 조암광물·점토광물 모두 함께 대부분은 규산염이다.

이와 같은 1차 광물·2차 광물 이외에 토양 중에는 풍화작용·토양화작용을 받은 무기 성분으로서 철·알루미늄의 유리산화물, 철·알루미늄·칼슘의 인산염, 알카리·알카리 토류의 유산염·탄산염·염화물 등이 존재한다.

토양의 무기성분은 지각을 구성하는 암석으로부터 얻어진 것이다. 따라서 토양의 화학조성은 지각과 상당히 비슷하며 규산(SiO_2)이 가장 많고 다음으로 알루미늄(Al_2O_3 : 활성알루미늄), 철(FeO_3), 석회(CaO), 고토(MgO : 마그네슘), 칼륨(K_2O), 나트륨(Na_2O : 소다) 등이 있으며, 기타 암석 중에 존재하는 원소는 거의 함유하고 있다고 보아도 좋다. 토양의 고상성분인 자갈·모래 등에 함유되어있는 무기성분은 식물이 필요로 하는 원소의 급원이 된다. 점토광물은 이들 원소를 흡착 보존하여 식물에 공급하는 중요한 역할을 가지고 있다.

(2) 유기물

토양의 표층에 가까운 곳에는 흙의 색이 암·암갈색을 띄우는데 이것은 유기물이 존재하기 때문이다. 토양유기물은 동식물의 유체, 배설물, 대사산물과 이들이 미생물에 의하여 분해되어진 각 종의 중간산물로서 더욱이 이들 유기물은 암흑색무정형의 것으로 되어있다. 이 흑색 무정형의 유기물은 토양 특유의 것으로 부식질(humus)이라 부른다. 토양유기물로서는 식물의 유체와 같은 육안으로 볼 수 있는 것도 있으며

부식질은 무기 콜로이드와 결합하여 복합체를 만들고 있는 것이 많다. 이것은 수용성의 저급 화합물로부터 난용성의 고분자화합물에 이르는 것으로 되어있어 건조 습윤에 의하여 용적이 변화하고 얼마간의 점착성을 갖고, 또 염기를 흡착하는 등 무기콜로이드와 닮은 성질을 갖고 있다.

(3) 생물

토양 중에는 대소 여러 가지의 동물이 생활하고 있다. 그 중에서 미생물(microorganisms)은 그 수도 많고 토양 중에서 중요한 활동을 하고 있다. 대기 중의 탄산가스함량은 대략 0.03%이며, 일년간에 식물이 광합성에 이용하고 있는 탄산가스의 양은 대기 중 함량의 약 1/40%이고 이것을 보급하고 있는 것은 주로 토양공기중의 탄산가스이다. 토양중의 탄산가스는 미생물의 호흡에 의한 것이 주체이며 이것에 식물 뿌리의 호흡에 의한 것도 더하여진다. 토양에 가하여진 유기물중의 질소 화합물은 미생물에 의하여 분해되어 무기의 암모니아 태·초산태질소로 된다. 이들은 식물에 의하여 흡수 이용됨과 함께 미생물 자신에도 이용되어 그 구성 분으로 된다. 그러나 미생물도 얼마 안 있어 죽어 그 유체도 또 분해되어 그 유기태의 질소는 암모니아 태로 된다. 미생물 중에는 암모니아 태를 환원하는 환원균, 탈질균 등이 존재하며, 유황의 변화에 관여하는 유황균 등 물질변화에 중요한 역할을 갖는 것도 많다.

나. 액상(液相)

토양은 다소의 물을 함유하고 있어 강우후의 토양에는 많고 건조하면 그 함량은 감소한다. 토양수는 토양 중의 여러 가지의 유기·무기성분 및 탄산가스 등을 용해하여 밑쪽으로 이동 운반한다. 이 결과 토양 상층부에는 용탈이 일어나고, 하층에는 집적이 일어난다. 이와 같이 토양수는 토양생성작용에 대하여 가장 중요한 역할을 하고 있다. 또 토양속의 물은 식물이 행하는 광합성작용에 필요한 재료이고 또 토양수에 함유되

어있는 각종 양이온, 음이온은 식물에 필요한 양분으로 되는 등 물은 식물의 생육을 지배하는 중요한 인자이다. 토양수 중에는 여러 가지가 있으나 식물이 이용할 수 있는 것은 모관수와 일부 중력수로 이것을 유효 수(available water)라 부른다. 토양의 삼상에서 액상이 점하는 함량비율(용량)은 기상의 비율과 함께 식물의 생육에 큰 영향을 준다. 일반적으로 보아 발작물의 생육은 액상이 차지하는 비율이 25% 전후 때가 최적인 것 같다.

다. 기상(氣相)

토양 공기의 조성은 대기와 그다지 틀리 지 않다. 또 다른 점은 탄산가스(CO₂)의 농도가 대기보다 높고(약 10배) 또 수증기압이 높은 것이다. 토양공기중의 탄산가스의 양은 유기물 함량, 토양의 함수량, 온도, 토양의 반응 등에 따라 달라지며 유기물 함량이 많고 적당한 양의 수분, 적당한 온도, 중성에 가까운 토양의 반응 등, 호기성 미생물의 활동에 호적한 조건하에는 탄산가스의 생성량도 많게 된다. 토양중의 탄산가스는 풍화작용을 촉진하며 동시에 대기와의 교환이 없으면 토양 중에 축적하여 식물의 뿌리나 미생물의 호흡이 방해된다. 토양공기중의 탄산가스는 대기중으로 들어가 식물이 광합성을 행할 때의 중요한 급원으로 된다. 🌿

(다음에 계속)

