

조경수의 양·수분관리의 문제점



이 원 규
임업연구원

도시 주변의 녹지대로 설정하였던 그린벨트(green belt)가 정부의 방침에 따라 몇몇 지역에서 해제 또는 완화된다는 보도를 접하면서 환경문제에 관심이 많은 식자간에는 나름대로 우려의 뜻을 나타내었으리라 본다. 보전과 개발은 상반된 관계를 유지하고 있어, 본인의 소견으로서는 그린벨트 해제 조치는 보다 많은 시간적 여유를 두고 심사숙고한 후에 결정하여야 할 사항이 아니었나 하는 생각이 든다. 녹색은 생명체의 근원이라고 생각한다. 산업 발달 이전의 농경사회에서는 의식주(衣食住)가 곧 바로 녹색을 갖는 식물에서 얻어졌던

것이다.

그러던 것이 물질문명의 발달과 산업사회로 접어들면서, 최근에는 산불로, 가뭄과 홍수로, 경우에 따라서는 한 국가의 세수확보를 위한 벌채 등으로 녹지대는 점점 줄어들고 있으며, 이와 병행한 환경파괴는 지구의 온난화와 이상 기후 현상 등 작고 큰 재난이 세계 도처에서 일어나고 있다. 한 예로 지난 8월 28일 북한산 등반 길에서 상수리나무와 개암나무가 신초(新梢)의 생장과 개화한 것을 보았다. 몇 일 전 TV에서 경남 진주지방의 배나무에서 수확하게된 배와 배꽃을 동시에 보여주는 것과 같은 장면을 보면서, 지금 꽃이 핀 나무는 2000년에는 개화하지 않아 종자의 결실도 없을 것이 아닌가, 이런 현상이 장기화된다면 언제인가는 먼 훗날 이 수종들은 지구상에서 절멸(?)될 것 아니겠는가 하는 생각이 들었다. 지구상에는 현재 약 24만종의 현화(顯花)식물이 있다고 하고 있으나, 일 설에 의하면 그의 약 2할에 해당하는 5만종은 금

세기 말 즉, 2000년경에는 절멸할 것인지도 모른다고 하고 있다. 녹지대가 점점 줄어든다는 전체화에 예상되는 지구상의 재해와 재난을 조금이라도 막아야 하고, 예방하여야 할 사망감이 조경(造景)인이나, 임업에 종사하는 사람들의 가슴속을 가득채워지도록 소망하면서 이 지면을 통하여 수목 생장에 양·수분의 흡수와 관련된 기초 분야의 문제를 다루어 본다.

1. 식물의 수분 흡수 작용

식물 생육에 있어 물은 절대 불가결한 것으로 물이 없으면 생명의 유지는 곤란하다. 물이 부족하면 어느 정도의 양분이 풍부하여도 식물은 생육이 나쁘게 된다. 물은 끊임없이 식물의 뿌리로부터 흡수되어 지하(地下)에서 지상으로 이행(移行)하며, 옆면으로부터 증산(蒸散)되고 있다.

가. 수분의 흡수

식물이 필요로 하는 수분은 전체가 뿌리에 의하여 토양으로부터 흡수된다. 뿌리에 의한

흡수력은 뿌리의 부분에 따라 다르며, 수분을 가장 왕성하게 흡수하는 부분은 근모대(根毛帶)이다. 근모대보다 선단(先端)에 위치하는 분열대(分裂帶)는 물은 잘 흡수하나, 흡수한 물을 지상부로 보내는 힘이 약하고, 또 근모대보다 후방의 오래된 뿌리부분에서는 흡수가 적으며, 보다 오래되어 콜크화한 뿌리부분에서는 물의 흡수가 일어나지 않는다. 물의 흡수는 증산에 의하여 촉진되며 증산류(蒸散流)를 통하여 지상부의 흡수력이 뿌리의 표면에까지 미치며, 뿌리의 흡수는 물의 장력(張力)에 따라 행하여지는데, 이와같이 증산에 따라 일어나는 수분의 흡수를 수동적 흡수라 한다.

나. 수분의 생리 작용

토양중의 양분은 모두가 물에 용해된 형태로 식물에 흡수되기 때문에 물은 토양의 양분을 식물에 이행시키는 중개를 한다. 따라서 양분의 흡수가 순조롭게 이루어지도록 하기 위하여는 뿌리근처에 충분한 물의 존재를 필요로 한다. 우리들이 식물을 가꾸면서 관수 작업을 실시하는 것은 식물에 토양양분의 흡수를 잘 할 수 있도록 함이며 특히 가뭄에 즈음하여 조경수 또는 조경지에서의 관수 작업은 식재목의 뿌리까지 흠뻑 젖을 수 있도록 충분히 하여야 함을 이해할 수 있

다. 또 광합성에는 탄산가스와 빛 외에 물이 필요한 것은 설명하지 않아도 잘 아는 사실이나, 식물에 흡수된 물은 식물체를 구성하는 복잡한 화합물의 생성에도 이용되어 진다. 그러나 이들에 이용되어지는 물의 양은 식물이 요구하는 물 중에서 극히 얼마 안 되는 부분이며, 대부분의 물은 형태의 변화 없이 물 그 자체로 그의 생리작용을 한다. 즉 식물체중의 이온이나 각종 화합물을 용해하여 식물체내의 각 부분으로 수송하여 식물체 각 곳에서 대사(代謝)작용을 원활하게 하도록 한다든가, 세포의 팽압을 보존 유지케 하고, 조직을 강하게 하며, 또 증산작용에 의한 식물의 체온이 이상하게 상승함을 방지하는 등의 작용도 한다. 태양 빛이 강한 여름날 포지에서 자라고있는 묘목이나, 단목의 조경목은 이와 같은 물의 냉각작용이 없다면 체온상승으로 말라죽을 수도 있음에 참고하였으면 한다.

다. 증산 작용

식물체내의 물이 식물의 표면으로부터 수증기로 되어 공중으로 발산하는 것을 증산작용이라 하며, 증산작용은 대부분 엽면에서 행하여지나 줄기나 기타의 기관의 표면에서도 일어난다. 뿌리에서 흡수된 물은 도관(활엽수), 가도관(침엽수)이라는 통도조직을 통하여

상승하고 이온이나 양분을 체내 각 부분으로 운반한다. 물은 다량으로 흡수되어지나 화학적 합성에 이용되어지는 양은 극히 소량으로 그 대부분은 엽면으로부터 증산한다. 증산작용은 잎의 기공(氣孔)에 의하여 행하여지며, 기공의 수와 개폐의 상태가 증산을 좌우한다. 기공의 수는 수종, 영양상태에 따라서 다르며, 이프이 표면에는 적고 이면에 많다. 또, 개폐의 상태는 주위조건이나 체내의 영양상태에도 영향을 받아 조건에 따라서 개폐가 조절되게 된다. 일사가 강한 여름날, 바람이 강하게 부는 날, 기온이 높은 날, 공중습도가 낮은 날 등에도 증산량이 크게 되기 쉬우며, 이와 같은 조건하에서는 기공은 좁아져 증산을 억제하고 위와 반대의 조건하에서는 기공은 열린다. 식물은 기공의 개폐를 스스로 조절하여 증산작용을 통제하고 있으며, 주위의 조건이 조절작용의 범주를 넘어서면 흡수량에 대하여 증산량이 과대히 되지않도록 한다. 이 때 식물은 그 생리작용에 유용한 수분을 증산으로 잃어버리게 되어 식물은 위조(萎凋)하고 다시 물을 충분히 준다고 하여도 회복하지 못하게 된다. 토양이 점차로 건조하여 가면 비로소 식물은 스스로 증산을 억제하고, 물의 소비를 조절하며 토양수분이 어느 일정량 이하로 되면 증산량이 흡

수량을 상회하여 식물체는 수분을 잃게되어 시들어 간다. 처음에는 시들어도 물을 풍부하게 주면 다시 회복하지만 일정한 수분이하로 되면 다시 물을 주어도 회복하지 못하게 된다. 본 내용은 포지 및 조경지의 관리에 있어 가장 중요시해야 할 부분으로서 위조 현상이 나타나기 전에 수분관리가 적절히 이루어져야 할 것이며, 장마 뒤 묘목에 붙어있는 흙의 제거나, 건조한 날씨가 계속된 뒤 조경수에 붙어있는 매연 등 공해물질과 먼지의 제거를 위하여는 수목의 상부에서 하부로의 살수 작업보다 수목의 하부에서 상부로 살수 세척함에 중점을 두고 실시하여야 할 것이다.

2. 식물의 양분 흡수 작용

식물의 뿌리가 양분을 흡수할 때에는 뿌리주위의 극히 농도가 낮은 용액 중에서, 외액보다도 오히려 양분농도가 높은 뿌리세포 속으로 농도구배(濃度句配)에 거슬러 양분을 흡수·집적한다. 즉 양분은 농도락차(落差)에 따라서 이동하는 것이 아니고, 오히려 거슬러 흡수되므로 뿌리의 적극적인 흡수를 생각치 않으면 이해되지 않는다. 이 농도낙차에 거슬러 흡수때문에 화학적인 energy를 소비하며 양분흡수라는 일을 하게되는 것이다. 양분 흡수작용은 거의가 이 energy 소비를

동반한 적극 흡수이다. 또, 뿌리는 각종의 이온(ion)을 같은 비율로 흡수하지 않고, 어떤 것은 다량으로, 어떤 것은 극히 소량밖에 흡수하지 않는 성격이 있다.

3. 토양의 양분물질 흡수 및 유지

토양에 용해하기 쉬운 양분 물질을 주어도 그 중 유효성분인 암모니아, 인 및 칼륨은 대부분이 곧 물에 용해되기 어려운 상태로 되어 흡에 보지(保持)되어 지므로 물에 녹아 지하로 흘러 없어지는 양은 통상적으로 극히 소량이다. 흡이 어떤 성분을 보지하는 작용을 「흡수성」이라 하며, 이 흡수성에는 메카니즘(mechanism)에 따라 5종류로 분류된다.

가. 기계적 흡수성

흙의 대소 입자(粒子)사이엔 복잡한 형의 틈이 있어 물속에 떠 있는 입자가 많은 틈을 통하여 내리는 사이에 작은 틈에 멈추어져 흡에 유지되어 지는 것을 말함.

나. 물리적 흡수성

가는 입자가 액체 혹은 기체 중에 부산하여 있는 것을 「분산계」라 하며 이와같은 분산계에는 일반적으로 유리(遊離)표면 에너지를 최소로 하려는 경향이 있다. 혹은 일종의 분산계로서 고체입자가 물중에 분산하여 있는 것임으로 물의 표면장

력을 적게하는 물질, 예로서 유기산, 알콜, 색소 등을 가하면 고체입자의 표면에 흡착되어져 입자의 표면용액의 농도는 외액(外液)보다도 크게되며(正吸着), 반대로 물의 표면장력을 증대시키는 물질 즉, 무기산, 사당등을 가하면 입자표면의 용액은 외액보다 물게된다(負吸着). 이와같이 입자표면의 농도가 외액과 변하는 것을 말하며, 물리적 흡수성의 강약은 첨가하는 물질의 성질과 양에 따라 상이함만 아니고 분산하고 있는 입자의 표면적, 즉 입자의 대소에 따라서 좌우되므로 사토는 흡수성이 약하며 실제상 거의 문제로 되지 않으나 식토에는 상당히 강하며, 특히 부식질의 식토에는 강하여 문제로 된다.

다. 물리·화학적 흡수성

일반으로 염류(鹽類)는 수용액 중에서는 양ion과 음ion으로 해리(解離)하여 있으나, 이 염류용액을 토양에 가하면 양이온인 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등은 토양 콜로이드(흙 알갱이의 가장 작은 부분 즉, 입경 0.001mm 이하의 부분)는 교질물로서의 성질을 갖고있어 통상 이것을 지칭)에 흡수되어 있는 양이온과 화학당량적으로 치환하고, 첨가한 양이온의 농도는 뚜렷하게 적게되는데 이를 물리·화학적 흡수라 한다. 즉 토양의 알갱이는 마이너스(-)의 전기

를 띄고있어 이미 여타의 양이온과 결합된 상태로서 가해진 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등의 양이온과 자리 바꿈을 하여 토양에 흡수된다는 의미이다.

※흡의 양이온 치환용량은 흡 일정량에 흡수되는 양이온의 미리그램 당량(me: milliequivalent)으로 표시한다. 이는 양이온의 미리그램을 그 이온 1당량의 1/1000, 즉 미리그램 원자량으로 나눈 값이다. 양이온의 갯수로 이해하여도 무난하다. 예로 흡 100g이 NH_4^+ 이온 180g을 흡수하였다면 이 이온한개의 mg분자량 18(N:14, H:4의 합)로 나누면 10me가 된다.

라. 화학적 흡수성

흙에다 물에 녹기 쉬운 염류를 가할 경우 흙속의 성분과 물에 용해하기 어려운 화합물을 만들어 침전하고 용액의 농도가 뚜렷하게 적게되는 경우로, 예로서 흙속에 탄산소다를 가하면 탄산은 칼슘과 혼합하고, 또 수용성의 인산염을 가하면 인산은 칼슘 또는 알루미늄, 철과 화합하여 용해하기 어려운 화합물로 되어 용액중의 탄산이나 인산의 양은 감소하게 되는데 이를 화학적 흡수성이라 한다.

마. 생리적 흡수성

어느 화합물이 흙속의 조류(藻類) 기타 미생물에 의하여

흡수 동화되어 불용성으로 되는 것으로서 예를 들면 초산염을 흙에 가하면 물리화학적으로도 또는 화학적으로도 거의 흡수되지 않으나 미생물에 흡수 동화되어져 단백질등의 유기화합물로 된다. 이상 5종의 흡수성중에서 식물과의 관계로 보아 비교적 중요한 것은 「다」와 「라」이다.

4. 양분의 가급태와 토양 산도(pH)

식물이 생장함에 있어 필요로 하는 필수 영양소 중 탄소, 산소, 수소는 거의 다 공기와 물에서 공급되므로 조경수관리 뿐만 아니라 농림업에서 크게 문제시되지 않는 영양물질이다. 그러나 여타의 제 성분은 흙이나, 또는 다른 재료에서 공급되어야 한다. 즉, 질소, 인산, 칼륨은 흙에서 공급되지 않으면 인위적으로 공급해 주어야 식물의 생장에 효과를 볼 수 있는 것이다. 이들 양분을 식물이 흡수 이용하는데는 토양의 산도(pH: potential of hydrogen ion의 약자)와 관계가 깊다. 거름주기는 많은 경비를 투자하면서 실시하는 작업으로 큰 효과를 얻으려면 한번 짚 알고 있어야 할 사항이라고 생각되어 3요소 중심으로 소개코자 한다.

가. 질소(N)

토양의 질소는 대부분이 유기태 특히 단백태로서 존재한

다. 그 외에는 미량의 아미노산, 아민, 아마이드태의 것도 있다. 이들 유기태의 질소는 미생물에 의하여 분해되어 암모니아태 질소로 변한다. 이 암모니아태 질소는 토양중의 초산균의 작용으로부터 초산태질소로 된다. 식물은 주로 이들 무기태의 질소를 이용하며, 일반적으로 토양중에는 이들 무기태질소의 함량은 극히 적다. 식물은 통상 질소를 암모니아 혹은 초산의 형태로 뿌리로부터 흡수하는 식물의 영양 생장시에 필요로 한다. 질소는 식물세포 원형질의 주요성분인 단백질의 합성과 엽록소의 구성성분이며 식물생장을 촉진하는 옥신(Auxin: 식물성장 물질의 총칭)의 생성에 관계한다. 식물생장에 가장 중요한 양분으로서 그 대부분이 유기태(有機態)로 토양 중에 존재하면서 미생물의 분해작용에 의하여 식물이 흡수할 수 있는 암모니아태질소(NH_4-N)와 질산태질소(NO_3-N)를 생성한다. 산림토양에서는 산성반응이 강하여 암모니아태질소가 주로 많이 존재한다. 무기태질소화합물인 황산암모늄, 질산암모늄 등은 pH에 관계없이 모두 토양수분에 용해되어 식물에 이용되어지나, 유기태질소가 무기화하는 데는 토양미생물의 활동이 왕성한 pH 6~8이 좋다. 토양중의 질소가 결핍되면 식물의 잎이 황색 또는 담황색으로 되어 광

합성작용의 약화와 가지의 생장불량으로 수세가 약하여 짐과 동시에 뿌리의 발달이 빈약하여 지고, 세근이 길어지며 종실의 수량 감소와 종실 크기의 빈약 및 조기 성숙 등의 피해를 받게 된다.

나. 인산(P)

인산은 토양중에서 인회석, 인산철, 인산알루미늄, 인산석회, 유기인 등의 형태로 존재하고, 인산ion의 형태로 식물에 흡수된다. 토양중의 인산화합물중에서 인산철, 인산알루미늄 및 인회석의 인산은 거의 식물에 흡수되지 않으며, 인산석회는 반응이 알카리성으로 되며는 잘 식물에 흡수된다. 식물세포원형질의 주요 구성 성분이며 세포분열에 의한 생성번식에 필요한 원소로서 특히 뿌리의 발육촉진에 관여하는 인산은 pH6.5~7.5에서 가급태로 된다. pH6이하에서는 철 및 알루미늄의 용해도가 크게되어 인산은 불가급태로 되며, 또 pH7.5이상에서는 칼슘과 함께 침전되어 불용성으로 된다. 인산의 결핍은 뿌리의 발달을 빈약하게 하며 신초의 생장불량 및 동아(冬芽)형성이 빨라지고 병해에 대한 저항력이 약해진다.

다. 칼륨(K)

칼륨은 운모, 장석등의 1차광물이나, 수성운모군과 같은 점

토광물에 함유되어 있다. 이외에 소량은 토양교질물의 표면에 흡착되어 교환성 칼륨으로서 존재하고 있다. 더욱이 극히 소량은 유산염이나 염화물, 탄산염 등 수용성의 형의 것도 있다. 식물이 흡수하는 칼륨의 형은 ion상(狀)의 것으로서 토양교질물의 표면에 흡착되어 있는 것은 식물에 이용되어지나, 광물의 결정으로 함유되어진 것은 흡수되지 않는다. 탄수화물과 단백질의 합성에 관여하면서 섬유의 발달을 촉진시켜 식물체의 조직을 강하게 하는 것으로 알려져 있으며, 식물의 구성성분이라기 보다는 생리작용을 조절하는 칼륨은 용탈을 받지 않는 토양에서 함량이 많으나, pH7.5~8.5로 되면 칼륨의 흡수는 생리적으로 나빠게 된다. 칼륨 성분이 결핍되면 잎의 둘레에 갈색의 반점이 생기고 결핍정도가 더욱 심하여 지면 식물 전체가 황색으로 되어 질소의 결핍 증상과 구별이 어렵게되며 광합성 작용의 감소와 함께 식물체의 연약화로 내한성과 내도복성이 약하게 된다.

라. 칼슘(Ca)

칼슘은 장석, 각섬석, 방해석 등의 일차광물에 함유되어 있는 것 외에 점토광물에도 규산염으로서 함유하는 것도 있다. 식물은 칼슘ion으로서 흡수한다. 식물에 이용되는 것은 토양

용액중의 칼슘ion과 토양교질물에 흡착되어 있는 타의 염기로 교환되는 것 즉, 교환성 칼슘이다. 교환성 칼슘은 일반적으로 교환성 염기의 주요부분을 차지하는 것도 있으며 식물에 잘 흡수 이용된다. 그리고 이 흡수량의 다소는 토양의 반응이나 토양의 구조 등의 물리화학적 성질에 한결같이 영향한다. 칼슘은 칼슘ion으로 흡수되어 식물체내에서는 주로 유기산과 결합하여 존재한다. 세포와 세포 사이에 있는 중엽에 존재하는 펙친산과 결합하여 펙친산석회를 만들며, 그 용해도를 낮춰 조직을 강하게 하는 작용이 있다. 또 원형질구조의 보지나 콜로이드기능의 계속작용이 인정되고 있다. 식물에의 흡수는 산성에서 알카리성으로 되면서 많게 된다.

마. 마그네슘(Mg)

마그네슘을 함유하는 일차광물에는 운모, 각섬석, 백운석 등 다수의 종류가 있다. 또 점토광물의 결정내에도 함유되어 있다. 이 외에 소량이지만 토양교질물의 표면에 흡착되어 있는 것도 있다. 식물에는 마그네슘ion으로 흡수된다. 마그네슘은 엽록소의 구성성분으로서 녹색 식물에는 중요한 성분이다. 그러나 식물전체의 마그네슘의 양은 불과 10% 정도 조금 넘게 엽록소에 함유된 것만으로, 타의 부분은 원형질에 결합하든

가 수용성의 형으로 체내에 존재한다. 마그네슘은 효소의 구성성분으로 더욱이 효소부활제(賦活濟)로서도 작용한다. 이들 효소의 대부분은 인산대사와 관계하는 효소로서 마그네슘은 인산대사와 깊은 관계가 있다. 마그네슘은 비교적 식물체내를 이동하기쉬워 어린 조직중에 많이 함유되어 있으며 토양산도와 흡수와의 관계는 대체로 칼슘과 유사하다.

바. 기타

아미노산의 구성원소이며, 단백질대사와 깊은 관계가 있는 황(S)이 결핍되며 식물체내의 가용성 질소화합물이 축적되고 단백질의 정상적인 합성이 이루어지지 않으며 엽록소의 형성이 억제되는데 무기태 유허화합물은 질소의 경우와 같이 토양 pH에 관계없이 토양수에 용해된다. 그러나 유기태의 유허화합물은 미생물로부터 무기화되기 때문에 미생물의 활동에 알맞는 pH쪽이 좋다. 현재까지 알려진 망간(Mn)의 임목에 대한 생리 기능은 광합성, 효소 반응 및 산화환원전위의 조절에 관여하고 있으며, 특히 광합성의 과정에서 그 요구량이 높다. 망간은 토양산도가 낮을수록 잘 흡수된다. 그 외에 철(Fe)과 아연(Zn)인데, 식물은 철을 2가 또는 3가의 철로서 흡수한다. 철이 결핍한 녹색식물은 엽록소가 감소하고, 엽록소

형성에도 관여한다. 그러나 철은 엽록소의 성분은 아니다. 결핍하면 엽록소가 형성되지않고 황백화한다. 또 아연의 생리작용은 불명한 점이 많으나 엽록소 형성, β 인돌초산(indole-3-acetic-acid : IAA : 고등식물에 대한 작용으로는 세포의 신장축진이 현저하다)의 생성에 관계하며, 결핍하면 절간(節間)이 신장하지 않고 총상(叢狀)으로 되는 것은 인돌초산의 결핍 때문이다. 아연은 인돌초산의 생성에 직접 관여한다. 철, 아연 등의 금속 양은 산성쪽에서 가용성으로 되고 있다. 그러나 철이 pH5.0이하에서 가용성으로 존재하는 것과는 대조적으로 망간, 구리, 아연은 pH 5.0이하에서는 급격히 불가급태로 된다. 또 몰리브덴(Mo)은 중성에서 산성으로 되는데 따라 가급도가 감소하고 산성으로 강

하게되면 철 혹은 알루미늄에 의하여 침전한다. 붕소(B)는 붕산ion으로서 식물에 흡수되며 고등식물의 특징인 세포벽의 구성에 관여하고 화분의 발아나 화분관의 발육에 영향하며 결핍하면 불염현상을 보인다. 붕소도 pH5.0이하로 되면 가급도가 감소한다.

이들 양분물질들이 임목이 흡수하기 좋은 가급태로 존재하는 토양pH를 만들어 조경지를 관리하여야 하며, 토양이 지나치게 산성을, 혹은 알카리성을 띄는 경우에는 이를 교정하여 시비할 필요성이 있으며, 토양산도를 교정한 후에 비배 관리를 하게 되면 시비의 효율 및 경계성을 높이는 결과로 될 것이며, 서두에서 말씀 드린바와 같이 자연재해를 방지하는데 일익을 담당하는 밑거름이 될 것이다. **조경수**

