

목질계 퇴비의 토양개량과 이용



이 원 규
전 임업연구원 중부임업시험장장

나무의 껍질이나 톱밥 등 폐재의 퇴비화 연구는 1950년대 초에 미국에서 추진 되었으며, 우리 나라에서는 1992년에 「수피 퇴비의 시비 및 목질 칩의 멀칭 처리효과」라는 제목으로 연구가 실시 되었다. 최근에는 목질계 퇴비가 여러 분야에서 광범위하게 이용되어지고 있으며 특히 IMF이후 임업분야에서는 공공근로자들에 의해서 추진된 숲 가꾸기 작업의 산물인 잎이 붙어있는 나무 가지를 그 상태로 갈아서 만든 목질계 퇴비는 널리 활용되어지고 있으며, 금후 점점 그 이용범위가 확대되어 질 것으로 전망된다. 이를 계기로 조경지에서의 목질계 퇴비의 토양개량효과와

이용상의 문제점 등에 대하여 살펴보고 자 한다.

1. 목질계 퇴비의 토양개량 효과

목질계 퇴비에는 톱밥, 나무껍질, 목질칩 등이 대표적이며 숲 가꾸기 작업에서 얻어진 간벌재 및 잎이 붙어있는 상태의 지조를 파쇄하여 썩힌 것과 제지 과정에서 얻어진 찌꺼기 등을 들 수 있다. 이들 목질계 퇴비는 채소류의 시설재배, 과수원, 다원, 상전, 묘포, 화훼원예, 초지, 조경지의 록화 용 등 농림업의 각 방면에 걸쳐 폭넓게 이용되고 있다. 최근에는 대규모의 신도시 공원녹지 조성용이나 해안 매립지의 녹화에 토양개량용 유기질 자재로서 그 수요가 엄청날 것으로 알려지고 있으며, 이들의 경우 어느 것이나 목질계 퇴비는 토양에 대한 부식의 공급과 리·화학성의 개량을 주목적으로 하고 있다.

가. 단립구조의 개선

단립(團粒)구조란 토양구조의 하나로써 토양입자가 서로 뭉쳐서 이루 워져 작은 덩어리

를 형성하고 있는 상태를 말하며, 단립의 내부에는 보수성이 있는 미세한 모관공극이 형성되고 단립의 외부에는 배수성이나 통기성을 높이는 큰 비모관공극이 형성된다. 그 때문에 식물의 생장에 의하여 보수성, 투수성, 통기성의 바란스를 취할 수 있는 상태가 만들어지게 된다. 단립의 생성에는 유기물, 점토, 칼슘, 수분 등이 관여하고 있다.

목질계 퇴비 즉 유기물을 토양에 시용 하면 토양입자의 결합에 의한 단립(耐水性團粒: 토양입자가 서로 강하게 결합하여 굳어진 단립으로 이것이 많은 토양일수록 바람이나 물에 대하여 저항성이 있음)의 형성을 촉진하여 토양의 리·화학성을 양호하게 한다. 또한 토양의 단립화가 형성되면 바람이나 물에 의한 침식 방지 등에도 큰 역할을 하고 있음을 경험적으로도, 또는 연구결과에 의하여도 잘 알려진 사실이다.

유기물의 시용이 단립형성에 미치는 효과는 유기물 그 자체로서의 효과가 아니고, 유기물을 에너지원으로 이용하는 토

양미생물의 균체 및 주로 미생물에 의한 유기물의 대사(代謝:생체내에로 들어간 분자의 효소 등에의 변화) 생성물의 작용에 의한 것으로 알려지고 있으며, 단립(團粒)형성작용은 토양에 첨가한 유기물의 조성이나 미생물의 종류에 의하여도 그 효과는 크게 달라지게 된다. 토양에 분해하기 쉬운 유기물을 시용 하게 되면, 단립형성은 급속하게 증가하여 단 기간 중에 최고에 달하나 분해에 대하여 저항력이 큰 유기물의 경우에는 단립(團粒)형성이 최고에 달하기 위하여는 장기간이 소요되기도 한다.

토양의 단립형성과 그에 따른 토양의 리학성의 개량 및 유지를 위하여 유기물의 시용이 필요한 것, 단립형성에 큰 역할을 하고있는 다당류(多糖類)도 여타의 미생물에 의하여 분해되기 때문에 형성된 단립도 영속적(永續的)인 것이 아니고 서서히 감소한다는 것, 또 균체 자신에 의한 토양 입자의 결합력도 미생물의 사멸(死滅)에 의하여 잃어버리는 것 등이 분명한 사실로 부터 신규로 조성된 도시 공간 녹지나, 해안 매립지의 토양의 단립형성을 오랫동안 유지하기 위하여는 분해하는데 다소 시간이 소요된다 하여도 목질 계 퇴비가 좋을 것으로 판단되며, 이러한 특수 공간지에 조경수를 건전하게 자랄 수 있게 관

리를 한다는 것, 즉 토양 상태를 단립형태로 계속 유지할 수 있도록 한다는 것이 우리들이 풀어야 할 현안과제가 아닐까 하는 생각이 듦과 함께, 특히 조경지와 같이 매년 유기물 공급을 할 수 없는 여건 하에서는 더욱 그러리라 믿는다. 그러나 토양의 양호한 리학성을 유지하기 위하여는 매년 연속적으로 유기질비료의 공급이 필요함은 진리라 생각한다. 또한 유기질 비료를 멀칭 한 경우에도 토양중에 시용 한 경우와 같이 단립형성에 대한 효과가 인정되고 있다는 점, 이 또한 조경지의 관리 측면에서 꼭 기억하여 두었으면 하는 점이다.

참고로 토양의 단립형성에 역할하고 있는 흙 속의 생명체에는 지표면에서 살고 있으면서 유기물을 소화하는 토양동물에는 지렁이, 굼벵이, 노래기, 쥐며느리 및 원생동물들이 있으며 유기물을 분해하는 토양 미생물에는 곰팡이, 세균, 방사균류 등이 있는데 마른 흙 1g 중에는 수 억 개의 세균이 있고, 마른 흙 1g에 뻗어있는 곰팡이의 균사는 그 길이가 5m나 된다고 한다. 이들 토양생물에게 그 먹이로 이용되는 유기물 급여는 토양의 단립형성에 큰 힘이 되어 살아있는 흙으로서 나무들의 삶의 보금자리로 영원할 것이다.

나. 부식의 함유량 증가

토양에 시용한 유기물이 분해되고 재 합성함에 따라 생성된 부식질의 물질도 결코 안정된 것이 아니고, 그 속도는 신선한 유기물과 비교하면 느슨하지만 서서히 분해가 진행된다. 따라서 토양유기물의 양 및 기 토양 중에 존재하고 있는 유기물 양과 그들 분해율의 바란스에 의하여 지배된다. 일반적으로 토양에 시용한 유기물의 분해는 기후, 토양조건 및 시용한 유기물의 질과 양 등에 의하여 지배되는 것이다. 부식은 영양부식(토양미생물에 의하여 비교적 쉽게 분해되는 부분)과 내구부식(耐久腐植:토양미생물의 분해를 받기 어려운 안정한 부식)으로 나누어 생각할 수 있는데 영양부식은 분해되어 식물의 양분으로 되고, 분해 할 때에 생긴 탄산가스는 탄산동화작용(생물이 이산화탄소 CO₂를 흡수하여 유기물로 전화하는 작용)을 촉진하는 것뿐만 아니고, 탄산가스로 되어 토양중의 양분 특히 칼슘을 가용화시켜 토양의 단립화를 촉진한다. 또 분해시에 생긴 열은 지온을 높여 내구부식과 함께 토양을 팽연하게 한다. 내구부식은 토양에 암색(暗色)을 띄게하여 열 흡수의 효율을 높이고 중점한 토양을 팽연하게 할뿐만 아니라 연성(軟性)인 토양의 결합을 높인다. 공극성이 크고 교질상태로 있기 때문에

물의 보지력을 높여 한발에 대한 저항성을 증가시킨다. 또한 양분 보지력이 커서 점토광물의 수배에 달한다는 보고도 있다. 이와 함께 완충능(緩能)이 크고 토양의 반응을 일정하게 유지하게 한다. 또, 인산이 철이나 알루미늄과 결합하는 것을 방해해 하여 그 용해를 높이는 효과를 갖고 있다. 따라서 일반 경작지와 같이 매년 유기물 사용이 어려운 조경지에서는 목질계 퇴비의 공급이 경제적인 면에서도 유리할 수 있을 것이다.

다. 리·화학성 개선

일반으로 식질(埴質)토양으로서 부석이 결핍한 토양은 중점(重點)으로 토양이 견밀하게 되어 리·화학성이 불량한 상태로 되기 쉽다. 이와 같은 토양은 단립(團粒)이 부족되고 벽상으로서, 공극 또한 부족하여 통기성이나 투수성은 극히 불량하다. 이러한 토양을 개량하기 위하여는 수피나 톱밥 퇴비와 같은 목질계 퇴비의 연용이 무엇보다도 효과적이다. 앞서서도 잠간 언급 한바와 같이 신규로 조성되었거나, 해안 매립지의 토양은 대부분이 그 조성당시에 중장비에 의한 답압 등으로 인하여 토양 자체가 매우 견밀하므로 이러한 토양에는 무엇보다도 목질계 퇴비가 반드시 사용되어야 할 것이다. 수피 퇴비나 톱

밥퇴비의 연용 효과는 직접적인 효과로서 탄력성이 풍부한 조대(粗大)한 유기물 입자가 토양의 단립 대신으로 이와 동일하게 토양 중에 조대한 공극을 형성시키는 효과에 의한 것이다. 동시에 이들 유기물이 서서히 분해됨에 따라 지속적으로 장기간에 걸친 토양의 단립 형성 효과를 기대케 하는 것이다.

라. 깔개로서의 이용효과

(1) 토양의 수분 및 온도

목질계 퇴비 특히 수피나 목질칩은 깔개로서 이용되어지며, 그 효과의 하나로서 지온의 조절작용은 어느 경우도 인정된다. 즉 봄부터 여름은 지온의 상승을 억제해하고, 늦은 가을부터 이른봄까지의 동절기에는 지온의 상승에 유효하게 작용한다.

언제인가 본 지면을 이용하여 소개를 한 적이 있지만 뉴질랜드에서는 공원의 정원수나, 가로수 등 조경을 위하여 심어놓은 수목의 수관아래에는 어김없이 수피 퇴비가 깔개로서 이용되고 있었다. 예로서 오크랜드의 로빈슨공원(한국전에 참전한 뉴질랜드 젊은이 4명이 전사한 것을 기억하고자 '영원히 기억하리'라는 비석이 세워져있는 공원)의 장미원과 단목으로서 있는 정원수, 남섬의 크라이스트처치시의 중앙에 위치한 헤글리공원에 있는 조

경수에도 빠짐없이 수관하부에는 수피 퇴비가 깔려있었다. 잠시 눈을 돌려 우리 나라의 사정을 살펴보자. 고궁이나 도시 공원에 단목으로 서있는 나무는 어떠한가? 가을부터 겨울에 이르기까지 수관하부에는 낙엽 하나 없이 깨끗하게 청소되어 있다. 이런 나무들 밑에 수피 퇴비를 깔아주면 어떨까, 나무들이 춤을 추지나 아니할까 하고 미소를 머금어 본다. 지난 가을 서울의 몇 몇 거리에도 떨어지는 낙엽을 긁어모으지 않고 그대로 둔다고 하는 내용의 뉴스를 본 적이 있다. 과연 이러한 생각이 나무를 위한 것이었던가 아니면 우리인간을 위한 것이었던가. 물론 나는 전자이기를 바라지만 현실은 그러하지 않았다. 생각을 조금만 바꾸면 조경지를 관리하는데 특별한 아이디어가 나올 것으로 기대한다.

깔개의 토양수분 조절기능은 깔개의 종류, 사용량, 기후조건(주로 강수량)등에 의하여 상당한 차이가 있다. 어떤 종류의 깔개 자재는 강우의 많은 부분을 차단하여 수분을 흡수하기 때문에 강수량이 적은 경우에는 수목이 이용 가능한 수분을 모두 거두어들이므로 수목에 불리한 경우도 있다. 이와 같은 경우에는 깔개에 의한 수분의 흡수와 증발에 의한 수분의 손실은 깔개를 하지 않는 토양에서의 증발에 의한 수분

의 손실보다 크게된다. 따라서 깔개층의 두께를 어느 정도 할 것인가가 중요하게된다. 건조기에 수목에 수분부족을 유발하고, 장마기에는 가는 뿌리가 깔개의 위쪽으로 올라오며, 그 후의 급격한 기후(추위)의 변동으로 뿌리가 고사한다는 뜻 있는 사람들의 얘기가 있으므로 깔개의 두께를 결정함은 매우 중요한 연구과제로 되어야 할 것으로 본다.

(2) 초산화성

탄소와 질소의 비율 즉 C/N율이 큰 유기물을 깔개로서 이용하였을 경우에 토양중의 질소의 무기화(無機化: 토양중의 유기태질소가 미생물의 활동에 의하여 암모니아태 및 초산태 등의 무기태질소로 변화하는 것을 말한다. 즉 $\text{NH}_4\text{-N}$ 와 $\text{NO}_3\text{-N}$ 로 변화하여 수목에 흡수된다.) 특히 암모니아태 질소가 산화적인 조건하에서 초산화성균에 의하여 산화되어 아초산태질소를 거쳐 초산태질소로 변화하는 초산화성을 억제하는 것이 많다. 이 때문에 토양의 가급태질소의 부족이 수목의 질소 결핍을 초래하는 경우가 많게된다.

(3) 단립형성 및 토양의 리화학성

목질계 퇴비의 깔개는 토양의 단립형성을 증대한다. 깔개의 단립형성 효과는 깔개로부터

터 이행하는 수용성의 분해하기 쉬운 유기물이 토양미생물의 증대를 가져오는 것과 깊게 관련되므로 토양의 단립의 형성 및 유지에 크게 기여하는 것으로 알려져 있다. 따라서 목질계퇴비를 깔개로서 이용한다면 토양의 리·화학성은 크게 개선되어져 수목의 생장에 가장 좋은 토양환경이 조성 될 것으로 믿는다.

2 목질계퇴비의 제조 방법

목질계 재료의 퇴비화에는 미생물을 이용한 발효법이 주된 방법으로 생각되며, 그 내용은 ① 수피나 톱밥에 자연으로 함유된 미생물을 이용하는 방법. ② 계분 기타 가축의 분뇨나 하수 오니 등 분해균을 다량으로 함유한 유기물을 첨가하는 방법. ③ 특정의 미생물을 배양하여 접종하는 방법 등이 있다고 보며, 어느 방법으로도 퇴비화 시에 중요한 것은 통기 및 수분을 호기(好氣)적인 적당한 조건으로 유지하는 것과 수피나 톱밥 등의 퇴비화 재료의 탄소와 질소의 비 즉, C/N비를 30~40으로 낮추는 것이다. 따라서 탄소율이 높은 목질계에는 질소비료의 첨가가 행하여지기도 한다. 외국에서 수입한 발효균을 이용하여 수피의 퇴비화를 성공시킨 사례도 있으나 무엇보다도 국내산 토착세균의 개발이 앞서야 될 것으로 믿으며, 급할 것 없이

비가 맞지 않는 장소에 야적(野積)하여 두면 자연적으로 발효균이 침투하여 퇴비가 될 것이라는 느긋한 마음 갖음도 좋지 않을까 하고 생각해 본다.

가. 질소비료 첨가에 의한 침엽수 수피의 퇴비화

미국의 칼리포니아주 디누바의 아이보리 파인사에서 행하여지고 있는 포리스트 휴머스(Forest Humus)의 제법은 침엽수의 수피를 가늘게 절단하여 유안 또는 뇨소를 첨가하고 높이가 1.5~1.8m, 폭 5.4~6.0m, 길이 60~90m로 길게 퇴적한다. 그러면 세균의 분해활동이 왕성하게 행하여져 단기간에 온도가 55~60°C로 상승하고 약 3개월간 유지한다. 그 후 세균의 활동이 약하여 온도가 55°C 이하로 내려가면, 다시 질소를 첨가하여 뒤집기를 행한다. 그 결과 세균의 활동은 다시 왕성하게되어 온도는 60°C 이상으로 상승하여 보통 6개월에 퇴비화가 완료하나 1년 이상 방치하면 더욱 양질의 제품이 얻어진다고 한다. 참고로 노르웨이에서 독일가문비나무의 수피 퇴비화에 필요한 조건으로서 ① 1~2%의 질소를 뇨소로서 첨가. ② 0.4%의 인산을 과린산 석회로 첨가. ③ 수분을 60~70%로 유지. ④ 양호한 통기가 될 수 있게 유지. ⑤ pH를 5.0~9.4로 유지. ⑥ 온도는 40~60°C로 유지하는 것으로

되어있다.

나. 담자균에 의한 톱밥의 퇴비화

미국의 데이비(davey)에 의하여 행하여진 방법으로서 이는 폐재의 퇴비화법으로서는 최초로 시도한 것이다. 강력한 셀룰로스 분해성의 담자균(Coprinus ephenerus)을 톱밥에 접종 배양하여 셀룰로스 유기물질을 분해하여 리그닌이 풍부한 양질의 퇴비를 제조하는 방법으로서, 수백㎡의 톱밥을 높이 1.2m의 장방형으로 퇴적하고 이에다 1㎡당 5.3~7.1kg의 무수(無水)암모니아를 넣어 10일간 방치한다. 무수 암모니아의 첨가는 탱크로부터 고무호스로 연결된 나선상에 작은 구멍을 뚫고 주입기를 표면에서 수직 60cm간격으로 주입한다. 10일 후에 톱밥을 두께 15cm로 펴서 4%의 인산용액을 39.7 l/㎡의 비율로 분무하고 pH를 약11에서 6.5로 중화한다. 이때에 3.0kg의 유산칼륨을 39.7 l의 인산용액에 첨가하여 든다. 그리고 균 접종이전에 제조하여둔 퇴비를 용적으로 1%로 비율로 첨가하여 혼합한다. Coprinus균을 접종 후는 정기적으로 관수하고 펌프로 공기를 불어넣어 통기를 행한다.

기온과 톱밥의 성질에 의하여도 다를 수 있으나 8~14주간에서 퇴비화가 완료된다. 이상 목질계 퇴비의 제조방법에

대한 예를 들었으나, 여기에는 무수한 방법이 있을 것으로 본다. 기회가 있으면 소상하게 적을 필요도 있을 것으로 보며, 여기서 하고픈 말은 진리의 썩은 스스로 파야 한다. 남이 파놓은 진실의 썩물이 있다하여 그 물을 옮겨 놓으면 얼마가지 않아 썩고 만다. 스스로 판 진리의 썩은 마르지 않는 것이다. 우리모두가 스스로 진리의 썩을 팔 수 있는 지혜로운 삶을



살아보면 어떨까 하고 생각한다.

3. 목질계퇴비의 특성과 사용상의 주의

수피 및 톱밥퇴비는 관행의 산야초나 벗짚 퇴비 등과 비교하면 보수력이 극히 크며, 동시에 흡수력도 몹시 크다. 깔개로서 이용할 경우 특히 수피퇴비의 사용량이 지나치게 많거나, 건조하기 쉬운 입지조건하에서는 건조의 피해를 일으키기 쉬우므로 충분한 주의를 필요로 한다. 이들 대책으로서는 전년의 가을 혹은 식재 1~2개월 전에 사용 하여 토양과 잘 혼

화되게 하는 것이 필요하다. 더욱이 수피 퇴비의 사용에 의하여 토양의 조대공극량이 증대하고 통기성이 양호하게되는 한편, 토양은 건조하기 쉽게된다. 하계에는 강수량이 적어도 건조의 해를 받기 쉽게 된다. 따라서 토양개량 등의 목적에서 다량으로 사용 한 경우에는 관수 등에 세심한 주의를 하여야 한다 든 가, 관수설비가 없는 경우에는 깔개로서 사용하는 등의 배려가 필요

하다. 다만, 완숙한 퇴비의 사용에는 아무런 문제가 있을 수 없음을 강조하며, 끝으로 묘포에서의 사용량은 비옥한 묘포의 지력유지를 목적으로

하는 경우에는 매년 2~3톤/10a 정도, 유기물이 결핍한 묘포나 특히 중점(重點)인 리학성이 불량한 묘포의 개량을 목적으로 하는 경우에는 그 정도에 따라서 매년 5~10톤/10a 정도, 사질인 토양의 경우에는 수피 퇴비의 사용만으로 충분한 효과를 기대하기 어려우므로 벤토나이트(토양개량자재의 일종)의 객토를 하든가, 식질인 산토와 함께 목질계 퇴비를 혼용함이 바람직하다. 수목들의 왕성한 성장을 위하여 목질계 퇴비가 많이 사용되기를 바라는 마음으로 붓을 놓는다. 