

물리성의 개선A : 흙의 비중에 관한 기념버

- 고품질 · 다수확 · 지속적 농업을 위한 다섯 가지의 「키 · 넘버」(II) -

글... 武田 健 / (주)AML농업경영연구소장
 역... 송 재 득 / 한국고품질사과연구회장

흙의 가비중을 1.0에 - 무거운 흙은 가볍게, 가벼운 흙은 무겁게

토양진단에 있어서 확실하게 흙을 좋게하는 토양개선 · 시비설계의 제 1의 목표는 물리성의 개선, 즉 수분이 적당히 있고, 동시에 공기가 충분히 공급될 수 있는 흙을 만드는데 있다. 퇴비이용을 목적으로한 퇴비의 품질을 생각할 때, 먼저 물리성의 개선으로부터 출발한다. 이것을 기초로 하여, 화학성=양분공급환경도, 생물성=미생물활동 환경도 갖추어 나간다는 것이 여기서의 퇴비이용, 토양개선 · 시비설계의 근간인 것이다.

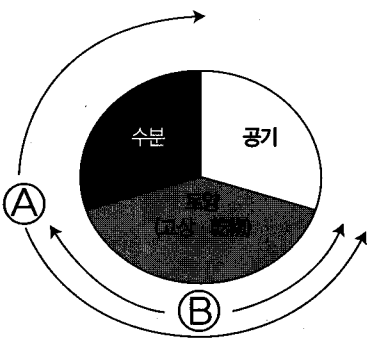
흙의 가비중에 주목

물리성 개선의 주 목적은 3상분포의 개선이지만 보다 실천적이고, 효과를 높이는 퇴비투입을 하기 위해서는 「흙의 비중」에 주목하고, 이것의 개선에 의하여 그 목적을 실현하는 것이다.

여기에 퇴비이용으로 흙의 「블랙 박스」의 문을 여는 제 1의 「키 · 넘버」가 있다. 흙의 가비중 1.0이 그것이다.

흙의 비중은 현물의 무게를 전용적으로 나눈 용적중(보통 이것을 비중이라고 함)과 수분을 제거한 고상의 무게를 전용량으로 나눈 가비중 및 고상의 무게를 고상용적으로 나눈 진비중(眞比重)으로 표시하지만(그림 4) 여기서는 가비중을 사용한다.

가비중은, 토양진단에서 반드시 조사하여 수치가 나오고 자신이 직접 별어려움 없이 측정하여 계산할 수 있다. 일본의 토양에는 점토가 많은 흙, 모래가 많은 흙, 화산회토 등이 있고, 가비중은 점토질 토양처럼 사질토양의 1.8 또는 1.3의 무거운 것부터



| | |
|-------------|--|
| 용 적 중(비중) = | $\frac{\text{㉔전체의 무게}}{\text{전체의 용적}}$ |
| 가 비 중 = | $\frac{\text{㉕고상(건물)의 무게}}{\text{전체의 용적}}$ |
| 점정흙 | 0.6~0.8 |
| 점지않은 흙 | 0.8~1.3 |
| 진 비 중 = | $\frac{\text{㉕고상의 무게}}{\text{㉔고상의 용적}}$ |
| 점정흙 | 2.4~2.9 |
| 점지않은 흙 | 2.6~3.0 |

그림 4. 흙의 3가지 비중



터, 화산회토양의 0.4 또는 0.6의 가벼운 것까지 크게 차이가 있다. 가비중이 무거운 흙은 고상(固相)부분이 많고, 그 대부분이 점토나 모래 등의 광물이 점유하고, 부식(腐植)이 적은 흙이다. 점토질 토양에서는 기상의 부족으로 습해가 일어나기 쉽고, 사질 토양에서는 액상의 부족으로 건조해가 일어나기 쉽다.

한편 가비중이 가벼운 흙은 화산회토가 그 전형적이지만, 「알미늄」과 결합한 부식이 많고, 기상(氣相)이 많은 흙이다. 사질토양과 같이 액상(液相)의 부족으로 건조해가 일어나기 쉽다. 이와 같이 여러가지 가비중의 흙을 어느 방향으로 향해서 개선할 것인가.

團粒구조 흙의 가비중을 목표로

이 목표는 團粒구조의 가비중에 있다. 團粒구조의 흙은 유기물의 투입이나, 그것에 의한 토양 미생물의 활동에 의하여 부식이 생성되고, 크고작은 여러 공극(흙의 틈새)이 되어있다.

고상율이 40%정도, 나머지 약 60%가 공극으로 그 결과 가비중은 0.97, 대략 1.0으로 되어있다. 공극은 액상과 기상이 반반 정도의 균형이 좋으며, 그림 2(본지 2003년 4월호 21쪽 참조)에서 보는바와 같이 작물·미생물에 적합한 3상분포를 갖고 있다.

그 團粒구조의 가비중 1.0을 목표로 퇴비를 시비하여 무거운 흙을 가볍게 하고, 동시에 유기물에서의 부식 생성과 공극의 발달을 도모하는 것이 물리성의 개선이다. (그림 7 ; 가벼운 흙의 경우는 퇴비와 제오라이트의 병용에 의해 개선) 그리고 여기서 추천하는 퇴비(이하 신퇴비로 표기)는 용적중(容積重)이 0.4, 가비중이 0.2정도로 가벼운 것으로 그

때문에 공극(기상)을 확보하기 쉽고, 더욱 미생물의 최적의 활동 환경을 만드는 양분조건을 갖고 있는 것이다. 우선은 그 가벼움=기상의 확보에 유효하다는 특성을 이용하여 무거운 흙을 가볍게 하는 것이 퇴비 투입의 제1의 목표인 것이다.

비중조정을 위한 퇴비 사용량의 계산

흙의 가비중은 토양분석으로 반드시 나오기 때문에 예를들면, 가비중 1.2의 흙의 가비중을 1.0으로 한다라는 확실한 목표가 세워진다. 가비중 0.2의 신퇴비를 넣어 1.2의 흙을 1.0으로 하기 위한 계산을 해보자. 10a의 밭의 작토(作土) 10cm의 깊이까지 개선할 경우의 퇴비투입량은 그림 7의 계산식으로 한다.

실제에서 퇴비는 전면시비가 아니고, 뿌리가 뻗는 둔덕부분 만으로도 되므로 이 절반이나 1/3의 투입량이면 된다. 이렇게 하여 흙의 가비중에 따라, 투입 퇴비량은 m^3 또는 ton수로 계산된다.

가벼운 흙에는 퇴비와 「제오라이트」를 섞어서 쓰고

이것에 대해 가비중이 적은 흙, 0.4 또는 0.6인 화산회토 등은 퇴비를 넣으면 가비중은 점점 낮아진다. 보수율이 나쁘고, 약간의 가뭄이 오면 바로 말라서 죽어 버린다는 문제점이 있다. 오히려 이쪽은 가비중을 0.97 또는 1.0으로 무겁게 하는 것이 물리성의 개선이다. 이를 위한 자재가 점토광물인 「제오라이트」이다. 단 이와 같은 흙에 「제오라이트」만 넣으면 지렁이나, 미생물이 활동하는 생물성 개선과 연결되지 않고, 團粒을 만드는 부식의 생성

도 진행되지 않으므로, 완숙퇴비 + 「제오라이트」를 투입하는 것이다.

흙의 가비중에 맞추어 완숙퇴비와 「제오라이트」를 섞어 쓰는 것이 흙만들기의 기본인 것이다.

근모와 액상의 상호작용으로 양수분(養水分) 흡수가 안정

이상과 같이 가비중을 목표로한 퇴비투입을 하여 團粒구조의 흙이 갖는 것과 같은 물리성을 목표로 하는 의미를 생각하여 봅시다.

고상율이 대략 40%로 공극율이 60%, 그 공극의 절반씩을 기상(커다란 공극)과 액상(적은 공극)이 접하는 토양은 강우나 관수한 후 커다란 공극의 물은 바로 지하로 흘러버리고 이곳은 신선한 공기가 가득차게 된다. 다른 적은 공극의 물은 모관현상(毛管現象)으로 장기간 보유되고 뿌리에 물의 공급이 계속된다. 이러한 토양은 가뭄에 강하고 습해가 일어나기 힘든 토양이다. 보수성과 같이 배수성·통기성이 좋은 토양이다.

이것이 물리성 개선의 의미로서 일반적으로 말

하는 것이지만, 이와 같은 구조가 양분보급에 있어서도, 미생물 활동에 있어서도 바람직한 것이라는 것에 주목하고 싶다.

그림8에 표시한 것처럼 작물의 뿌리는 커다란 공극을 잠입하듯이 흙을 밀어 내면서 자라가고 있다. 그러므로 근계(根系)가 잘 발달하고, 또한 뿌리가 산소를 흡수하여 왕성하게 활동하기 위해서는 커다란 공극(기상)이 충분히 확보되어 있지 않으면 안된다. 그리고 뿌리가 뻗어가는 틈틈에 모관수(毛管水)를 비축하고 있는 작은 공극(액상)에 접근, 진입하여 물을 흡수하는 것이 뿌리의 선단부근에 계속 발생하는 근모(根毛)이다.

근모는 $\frac{1}{100}$ mm ~ $\frac{3}{100}$ mm 정도이고 물을 안정적으로 보유하고 있는 작은 공극에 진입가능하기 때문이다. 한편 시비된 양분은 일단 흡수의 점토입자나 부식에 보유되지만, 그것이 토양중의 모관수에 녹아 나오기 시작하여 비로소 물과 함께 근모에서 흡수된다. 이때 양분은 액상의 모관수를 통하여 뿌리의 어느 부분으로 이동하고, 한편 작물은 근계(根系)를 주변에 뻗게하여 근모를 양분이 있는 곳으로

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
| 가비중이 적은 토양 0.4~0.6 (화산회토 등) | 목표지 가비중 0.97~1.0 (고상율 40%) | 가비중이 큰 토양 1.3이상 (허송토나침전토 등) |
| 보비력이 낮음 (CEC10전후) 물빠짐이 좋음 보수력이 나쁨 | | 보비력이 높음 (CEC20이상) 물빠짐이 나쁨 보수력이 좋음 |

가비중을 개선하기 위한 새로운 퇴비의 투입량 계산(예)

가비중 1.2의 토양용 1.0으로 낮출
사용하는 새로운 추비의 가비중은 0.2, 용적량은 0.4로함.

10a의 밭 깊이 f, 10cm까지 개선할 경우 그 토양용적은 $1,000(m^2) \times 0.1(m) = 100(m^3)$

퇴비투입량을 x(m³), 투입후의 원래 토양을 y(m³) $x + y = 100(m^3)$ $0.2x + 1.2y = 1.0 \times 100(t)$

이로부터 퇴비투입량(용적)은,

$$x = \frac{1.2 - 1.0}{1.2 - 0.2} \times 100 = 20.0(m^3)$$

중량은 $20.0(m^3) \times 0.4 = 8.0(t)$

그림 7. 물리성의 개선 목표

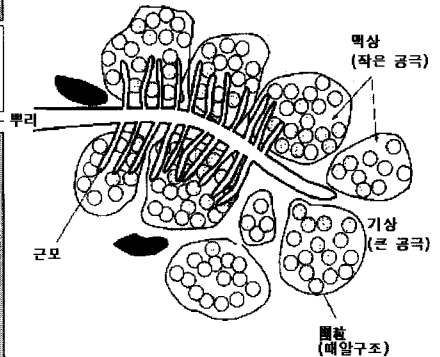


그림 8. 뿌리의 신장과 공극



접근시킨다. 이와 같이 잘 발달한 커다란 공극 및 작은 공극과 건강하게 뻗어가는 뿌리, 근모와의 상호작용에 의하여 수분도 양분도 순조롭게 흡수되는 것이다.

충분한 기상의 확보로 미생물 활동의 활성화

또한 커다란 공극(기상)이 잘 발달하고 있는 것은 미생물 활동에 있어 특히 필요하다. 많은 미생물은 토양유기물을 먹이로 하여 먹고 호흡에 의하여 「에너지」를 얻어(산화활동) 증식하면서 식물에 무기 영양분을 제공한다. 끊임없이 산소를 소비하여, 이산화탄소를 배출하고 있는 것이다. 그래서, 지구상에서 식물이 광합성으로 이산화탄소를 소비하는데 대해 산소를 공급하여 대기조성의 항상성(恒常性)을 유지하고 있는 주역은 토양 미생물이기 때문에 그 많은 산소 소비와 이산화탄소 공급량은 대단한 것이다. 그렇기 때문에 흙은 항상 신선한 산소를 흡입하고, 이산화탄소를 신속하게 배출할 수 있도록 통기성의 향상, 충분한 기상의 확보가 필요한 것이다. 기상·액상의 균형이 잘 확보된 물리성이 좋은 흙이란, 이상과 같은 화학성(양분공급)과 생물성(미생물 활동)이 좋은 기본이 갖추어진 토양을 말한다. 균형이 잡히지 않는 토양에서는 토양병 발생이 많은 것이다. 물리성에 대하여는 누구라도 수치로 확실한 개선 목표를 갖고 취할 수 있는 방법이 제 1의 「키·넘버」 가비중 1.0으로의 개선인 것이다.

3상분포와 가비중의 측정방법

흙에는 기상이 적은 무거운 토양이 있는가 하면

재배를 계속함으로써 부식이 소모되어 기상율이 저하된 흙, 반대로 퇴비를 너무 많이 넣어 기상율이 지나치게 높은 흙도 있다. 기쁨을 받기 쉽다고 할 경우는 먼저 3상분포를 조사하여 보도록 한다.

그러면, 쥬스나 커피의 빈강통을 이용하여 손쉽게 할 수 있는 방법을 다음과 같이 소개한다. 조사하는 시기는 관수 또는 강우 후 중력으로 흘러버리는 물(중력수)의 배수가 끝난 후에 한다. 빈강통을 100ml의 흙이 들어갈 길이로 잘라 만들고, 뿌리가 잘 뻗기 쉬운 곳의 흙을 돌이나 벚짚 같은 것이 들어가지 않도록 채취한다.

먼저 생토의 무게(단위g, 이하같음)를 달고, 다음에는 알미늄 호일에 흙을 올려 놓고 약한불로 수분을 날려 보낸다. 5~20분간 쪄 흙속의 유기물이 타지 않도록 서서히 건조시켜, 건조(마른흙)의 중량을 측정한다. 생토 중량에서 건조중량을 빼것이 물의 무게이다. 물의 비중은 1이기 때문에 이수치는 그대로 생토 100ml중의 물의 용적(ml)이 되고 액상율(% 이하같다)을 표시한다.

다음으로 고상율은 건조의 무게를 흙의 진비중(眞比重)(그림 4 참조)으로 나누어 산출한다. 진비중은 토양에 따라 다르고 화산회토는 2.4~2.9 비화산 회토는 2.6~3.0이다. 보통 2.65로 계산한다.

기상율은 100에서 고상율과 액상율을 빼서 산출한다.

$$\text{액상율}(\%) = 100\text{ml의 생토}(g) - \text{건토중량}(g)$$

$$\text{고상율}(\%) = 100\text{ml의 건조중량}(g) / \text{흙의 진비중}$$

$$\text{기상율}(\%) = 100 - (\text{액상율} + \text{고상율})$$

$$\text{가비중} = \text{고상율} / 100 \times \text{진비중}$$

이 방법은 퇴비의 3상분포와 가비중 계산에도 통용된다. 그때에 고상율의 계산에 사용하는 진비중은 유기물의 진비중 1.2를 사용한다.㉔