

## V. 유기물의 기능과 토양 비배관리 효과

국립산림과학원 산림복원연구과  
이학박사 변재경

### 1. 머리말

토양은 암석의 풍화생성물이 주체이지만 대개는 다소의 부식을 포함하고 있다. 여기서 부식이라고 하는 것은 토양의 표면이나 내부에 죽어있는 동식물, 특히 식물체가 주로 미생물작용에 의해 분해되거나 합성된 것 등의 복잡한 과정을 걸쳐 생겨난 것들이다. 갈색 내지는 암갈색 콜로이드 상태의 물질이다. 토양에 부식이 다량 함유되어 있으면 토양은 암색~흑색을 띤다. 부식의 생성 기구에 대해서는 다양하고 새로운 학설들이 있지만 다수의 책에 소개된 고전적 견해를 보면, 첫 번째 과정은 식물이 고사된 유해가 미생물에 의해 분해되는데 이 때의 리그닌은 비교적 분해가 어려워 남겨진다. 두 번째 과정에서는 리그닌과 토양속의  $\text{NH}_4^+$  혹은 미생물을 구성하는 단백질이 화학적 혹은 미생물학적 작용을 받아서 부식이 생성된다.

묘포토양에서의 유기물 함유량은 3~5%가 적절하며, 무기(광물질)성분에 비하면 적지만 유기물 함량의 많고 적음은 토양생산력에 크게 영향을 준다. 즉, 어떤 종류의 흑색토나 이탄토와 같이 산성부식이 집적한 불량토도 있지만 대개는 부식이 풍성한 비옥한 토양이다. 부식은 미생물에 의해 분해되어 연간 소모되며, 부식의 소모를 보충하기 위해 매년 퇴비를 10a 당 7500kg 정도 줘야 한다고 한다. 그러나 그 양은 기후나 토질에 따라서 달라질 수 있다.

전국 고정묘포 토양의 유기물함량은 낮게는 1.6%에서 높게는 4.4%까지 많은 차이를 보이고 있으나 대부분 3%이하로 나타났으며 산림토양의 A층 평균 4.5%에 비하여 낮은 수준이다. 고정묘포에서 유기물함량이 낮은 원인은 대부분 오랜 기간동안 경작으로 입자가 작은 점토의 유실이 많고 낙엽, 낙지에 의한 유기물 환원과 퇴비와 같은 유기물 공급이 이루어지지 않기 때문이다.

묘포토양은 제초제와 화학비료의 장기간 사용으로 대부분 토양이 산성화가

심하여 알루미늄, 망간 등 독성물질의 유리화로 미량원소를 불용화 시킬 뿐만 아니라 양분 흡수력을 낮게 하는 원인이 되고 있다. 산도를 교정하여 시비를 하더라도 양분 흡수능을 높여 묘목이 잘 생육할 수 있도록 하여야 하는데 유기물 시용은 산도교정 효과가 있다.

토양 내 유기물은 보수력 증가, 토양입단구조 형성 등 토양의 이화학적 성질 개선에 중요한 역할을 한다. 미생물의 활동을 돕고 식물에 영양분을 공급할 뿐만 아니라 저장하는 저장고이므로 묘목에 대한 양분보급 측면에서 매우 중요한 기능을 한다.

이와 같이 유기물은 토양내 물리화학적 성에 매우 큰 영향을 주게 된다. 고정 묘포토양 유기물 함량이 대부분 3%미만으로 매우 부족하므로 건전묘목 생산을 위한 토양관리를 위해서는 지속적으로 퇴비, 목탄 등 유기물을 공급해 주어야 한다.

## 2. 묘포토양에서의 유기물 시용 필요성

### 가. 지력 유지에 없어서는 안 될 유기물

토지의 생산력을 지력이라고 한다. 묘포 토양관리에서의 가장 중요한 것은 지력을 유지시키고 만드는 것으로 유기물은 지력 유지에 없어서는 안 되는 물질이다. 사람으로 말하면 체력과 같은 것이다. 체력이나 건강을 정의한다는 것은 간단한 것 같으나 대단히 어려운 것이다. 그러나 대부분의 농민들은 지력은 퇴구비(벗짚이나 낙엽 등을 쌓아 올려서 만드는 퇴비와 가축의 분뇨를 쓰는 구비)와 같은 유기물에 의해서 이루어진다고 생각하고 있다고 해도 과언이 아니다.

일본에서 무우로 유명한 神察川현의 三浦반도는 동경이나 요꼬하마 등 대도시권에 가깝고 노지야채의 산지로 긴 역사가 있다.

이 지역 농민들에게 그러면 왜 막대한 양의 퇴비가 사용되는가? 라고 설문조사한 결과, 그 때 답변의 제1위는 야채 재배가 쉬워지기 때문이고, 제2위는 품질이 균등해진다는 것이다. 우리들이 기대했던 퇴비에 의한 증산효과는 3위였다. 높은 재배기술이 요구되는 야채재배에 있어 손쉬운 재배는 농가가 무엇

보다 바라는 것이며, 작물의 고르기 여부는 품질과 가격에 크게 영향을 미친다. 단순히 다수확만 기대하려면 화학비료만으로도 단기적으로는 충분하다는 것이 거의 모든 농가 사람들의 의견이었다.

사람의 건강을 정의한다는 것이 어려운 것 같이, 지력이란 무엇인가 하는 것도 바로 대답할 수 없다. 지력이란 그만큼 복잡한 요인이 쌓여 성립되는 것이기 때문이다. 그리고 이 무기물의 덩어리인 흙에 활력을 주고 흙의 건강을 유지하기 위해서는 퇴구비 등 유기물의 사용이 필수이다. 그것은 5000년 농경 역사가 증명하는 바로서 결코 의론의 여지가 없는 것이다. 또한 그것은 토양 속에서 4억5천만년이라는 긴 세월을 거쳐 쌓아 온 크고 작은 생물군과도 관계가 있는 것이다.

토양 동물 중에서 가장 최대의 식욕 왕성한 지렁이의 위를 만족시키기 위해서는 충분한 유기물과 생물상이 풍부한 토양이 있지 않으면 안된다. 그리고 지렁이 자신에게는 적게 어림잡아도 1ha당 연간 10수 ton, 많게는 40ton이라는 분변토를 배설하여 토지를 걸게 하는 능력이 있다. 그런데 두더지, 새, 육식곤충은 지렁이에게는 천적으로서, 힘이 없는 지렁이들은 안전한 장소를 찾아 1m 이상의 깊은 곳까지 숨어 내려가는 일도 있다고 한다. 지렁이는 실로 자연이 준 살아있는 경운기인 것이다.

그러나 이 경운기에게 계속 일하게 하려면 이들이 만족할 만한 유기물을 먹이로서 흙속에 넣어 주어야만 한다는 사실을 잊어서는 안된다. 지렁이의 먹이는 유기물과 그것에 떼 지어 붙어살고 있는 수많은 미생물과 소동물들이기 때문이다.

#### 나. 유기물은 영양분의 창고

유기물을 크게 나누면 탄수화물, 리그닌 및 단백질의 세 가지로 나눌 수 있다. 그 밖에 질소, 인산, 칼륨, 마그네슘, 나트륨 등 70종 이상의 원소가 이 유기물들 속에 함유되어 있다. 그 수는 지금까지 지구상에서 발견된 원소의 70%나 되며, 식물 종류의 다양성과 함께 내용 성분이 많음에 놀라지 않을 수 없다.

신선한 유기물속에서 탄수화물은 가장 분해되기 쉬운 단당류나 다당류외에 분해되기 아주 쉬운 헤미셀룰로오스가 15~20%, 분해가 아주 힘든 셀룰로오스가 20~40% 함유되고 있다. 그리고 분해되기 가장 어려운 리그닌은 10~20% 함유되어 있다.

가장 분해가 쉬운 단백질속 질소의 약 80%는 암모니아를 거쳐 질산으로 변화되고 다시 식물에 흡수되어 아미노산에서 단백질로 재합성 된다. 나머지 질소의 일부는 리그닌과 결합해서 다시 분해되기 어려운 유기물로 변화된 것이 부식이라고 생각되고 있다.

부식은 검은색 혹은 흑갈색을 띠고 있고 그 대부분은 토양의 극미세한 점토 입자(직경 0.002mm 이하)로 단단히 결합하여 안정된 물질로 된다. 퇴비를 사용했을 때 비료가 유실되기 어려워지는 것은 흙속의 부식이 축적되어 흙으로부터 비료 양분이 도피하기 어렵도록 하기 때문이다.

부식은 간단히 변화하는 일은 없겠으나 아주 조금씩 미생물에 의해 분해되어 질소를 방출한다. 부식은 식물에 있어 중요한 질소양분의 물항아리이며 양분이 저장고이기도 하다. 식물은 필요한 질소의 대부분을 간단하게 분해하는 단백질로부터의 아주 적은 양이 부식으로부터 얻고 있다.

신선한 유기물속에 함유되어 있는 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스는 토양미생물에 의해서 비교적 간단하게 분해되어 1/2~1/10로 감소된다. 분해되기 어려운 리그닌은 거의가 그대로 토양속에 남기 때문에 셀룰로오스나 헤미셀룰로오스에 대한 리그닌의 비율은 2~2.5배가 된다. 그리고 리그닌과 결합한 질소는 신선한 식물에 함유되는 단백질 함량의 5배 이상이 된다.

식물종류의 다양성은 식물을 구성하고 있는 유기물의 구성비율을 다양화 시키고 그것이 토양미생물에 의한 분해속도를 촉진시키거나 지연시키는 등 인위적 힘이 미치지 어려운 활동을 한다.

#### 다. 퇴비는 가장 이상적인 비료

식물은 무기물을 양분으로 한다. 1840년 독일의 과학자 리비히가 발표한 “농업과 생리학의 응용에 있어서 유기화학” 논문은 식물은 뿌리로부터 무기성

분을 흡수 이용한다는 현대 식물영양학의 상식을 정착시키기 위한 일대 쾌거였다. 그 때까지 식물의 양분은 토양속에 들어있는 유기물의 유체, 즉 부식이 뿌리로부터 그대로 흡수된다는 의견이 학회에서 대세를 차지하고 있었다. 그리고 1954년에 염소가 식물의 필수요소라는 사실이 확인될 때까지 탄소, 산소, 수소, 질소, 칼륨, 칼슘, 황, 인, 마그네슘, 철, 망간, 아연, 동, 붕소, 몰리브덴 등이 잇달아 발견되어 오늘날에 이들 16원소가 식물의 필수원소임을 확인되고 있다. 그리고, 리비히의 업적과 식물의 필수원소의 발견은 현대 토양비료학의 발전에 크게 공헌하게 되었다.

이와 같이 식물이 무기물을 양분으로 하여 생육한다는 것은 움직일 수 없는 사실이 되었다. 그럼에도 불구하고 퇴구비 등의 유기물에 대한 농민의 집착은 점차 놓아질 수밖에 없다.

## 라. 유기물의 기능

- ① 토양에 암갈색내지 흑색을 띄게 하므로 지온을 높인다.
- ② Ca, Mg, K, Na, NH<sub>4</sub> 등의 치환성 등 염기를 흡착 유지하는 능력을 증대시키며, 점토의 약 7배에 상당한다.
- ③ 양분의 유실을 방지할 뿐만 아니라 토양의 완충능을 증가시키고 토양의 산성화를 방지한다. 또한 중금속 이온 등의 유해 작용을 적게 하는 작용도 있다.
- ④ 토양입자를 결합시켜 입단구조를 만드는 성질이 있어 토양의 물리적성질을 좋게 한다.
- ⑤ 물을 잘 흡수하는 성질이 있어 토양의 용수량을 증대하기 때문에 건조의 해를 경감시킨다.
- ⑥ 토양의 인산흡수력을 감소시키는 유효인산 고정을 억제하고 시용한 인산비료의 비료를 높인다.
- ⑦ 미생물의 활동을 왕성하게 하여 토양중 유용한 화학변화 즉, 암모니아 화성 작용을 촉진한다.

요약하면 부식은 점토와 함께 토양에 활성을 주는 것으로 '부식은 지력의 근원이다. 그러므로 퇴비를 증산시켜 지력의 배양에 힘쓰는 것이 중요하다'라는 말이 오래전부터 전해져 오는 것은 모두 이 같은 이유에 근거한다.

따라서 묘포토양의 취약점을 보완하고 건전 우량묘목 생산을 위해서는 토양 개량사업이 지속적으로 추진되어 지력을 향상시킴으로서 경제림육성에 초석이 되어야 할 것이다.

### 3. 유기물 공급을 위한 비료의 종류

많은 사람들은 화학비료의 상대적 개념으로 유박, 계분, 퇴비 및 부산물비료 등을 포함하여 총체적으로 흔히 유기질비료라 부르고 있으나 비료관리법상에 엄연히 유기질비료와 부산물비료는 분리되어 있다.

화학비료가 생산되기 이전에는 자급비료가 쓰였고 자급비료의 대부분은 유기질 비료로 충당되었으나 농림업의 발전과 축산업의 대규모화가 진행됨에 따라 유기질비료와 부산물비료도 제조되어 판매되고 있다

농가에서는 유기물 공급을 위해 시판되고 있는 유기질비료와 부산물비료를 구입하여 사용하고 있는데, 60~70년대 자급자족하던 퇴비와 현재 농민들이 알고 있는 퇴비에는 상당한 차이가 있어 시중에서 판매되고 있는 것을 구입하여 시용할 때에는 세심한 주의가 필요하다. 퇴비를 정확하게 이해하지 못하고 사용한다면 폐기물처리 차원의 토양관리가 될 수도 있다.

#### 가. 유기질 비료

유기질비료라는 것은 동식물질을 원료로 하는 비료로 그 원료에 따라서 식물질비료와 동물질비료로 크게 구별된다.

유기질 비료의 종류는 매우 많으며, 각종 농산 공업의 잔사, 도살장의 폐기물 등도 포함되는 경우도 있다. 어박, 골분, 잠용유박, 대두박, 미강유박, 계분가공비료, 혼합유기질비료, 증제피혁분, 맥주오니 등이 그 대표적인 것이다. 질소비료로 이용되는 것도 많지만 골분처럼 인산질 비료도 있다.

이러한 유기질 비료들은 과거 그 소비량이 화학비료를 능가하였다. 그러나 화학비료, 특히 황산암모늄의 생산 증가로 점차 감소하기 시작하였고, 최근에 와서는 사료가 부족하여 종래 유기질비료의 원료가 이 방면으로 쓰여 지면서 비료로 사용되는 일은 극히 적어졌다.

그러나 유기질비료는 토양의 부식질을 증가시키고 화학비료처럼 토양을 악화시키지 않기 때문에 상황이 허락하는 한 사용하는 것을 권장한다. 다만 공장에서 대량생산되는 화학비료에 비해서 일반적으로 가격이 비싸다.

<표 1> 유기질 비료의 종류

식물질비료	동물질비료
유박류	어박류
쌀겨 및 밀기울류	골분류
대두박	증제피혁분
맥주오니	계분

(1) 유박류

식물 유박류는 참깨, 들깨, 유채, 목화, 대두 등의 유지가 풍부한 종자와 열매에서 유지를 분리한 잔사의 총칭이다. 녹말 및 단백질의 함량이 높아서 가축 사료로 쓰일 뿐만 아니라 유기물과 질소 함량이 많고 인산, 칼륨 성분을 포함하고 있어 옛날부터 자급비료(自給肥料)로 활용되고 있다.

유박에는 압착법으로 유분을 짠 압착박과 용해제를 이용해서 유분을 침출 분리한 침출유박 2종류가 있다. 전자의 대부분은 판상이고, 후자는 분상으로 유분을 충분히 취하고 있어서 비효가 높다.

유박류의 질소는 단백질 형태이고, 인산은 주로 피티산 등의 유기인의 형태이며, 칼륨은 수용성이지만 그 함량은 아주 적다. 유박류의 성분은 착유법의 차이에 따라서 다르지만 주요 유박류의 분석치를 나타내면 표 2와 같다.

유박류는 질소성분에 약간 편향된 비료로 완효성이고, 황산암모늄과 비교하면 그 비효는 약간 뒤진다. 그러나 우량 품질의 것을 얻을 수 있어서 특수한

작물에는 상용되었고 옛날부터 육묘에도 꽤 이용되었다.

유박류는 기비에 이용되는 것이 보통이지만 그 때의 토양이 산성이거나 저온인 경우에는 분해가 늦어진다. 따라서 강산성 토양과 저온 지방에서는 석회로 토양의 산성을 바꾸거나, 속효성 화학비료를 병용하는 것이 합리적이다. 유박류는 또한 다소의 유지를 함유하고 있으므로 재 종류와 병용하면 유지분의 분해를 촉진하고 비효를 높인다. 토양 속에서 분해할 때에, 다량의 가스를 발생시켜 식물의 뿌리를 다치게 하는 경우가 있기 때문에 한번에 다량 시용하는 것은 피하는 것이 좋다. 또한 유박류는 퇴구비와 함께 혹은 분뇨 구덩이에서 부숙시켜서 시용하면 비효가 신속하다. 쌀겨와 함께 발효시키면 인산의 비효를 증가시킨다. 유박류는 배합비료로서 어떤 비료와도 배합가능하다는 이점이 있다.

대두유박은 대두에서 유지를 분리한 잔재로 간단히 대두박이라고도 한다. 이것에는 압착법으로 만들어진 환박(丸粕)과 판박(板粕), 침출법에 의한 산박(散粕)의 3종류가 있다. 모든 토양 및 수중에 좋은 질소질비료이다. 비효는 황산암모늄과 거의 같다. 질소의 이용률은 40~60%이다. 인산 및 칼륨이 부족하므로 보충이 필요하다.

채종유박은 채종의 종자에서 기름을 분리한 잔사로 보통 종자와 과실 100에서 유분 30~35%, 찌꺼기(박) 50~60%를 얻는다. 가장 오래된 판매 유기질비료 중 하나로 옛날부터 농가에 상용되었고, 원예작물과 담배 등에 없어서는 안 되는 비료로 알려져 있다. 그 비효는 대두박과 비슷하지만, 대두박보다 인산의 함량이 많기 때문에 양질의 질소·인산질 비료라고 말할 수 있다.

<표 2> 유박류의 성분

단위: %

종류	질소	인산	칼륨
유채 유박	5.09	2.52	1.07
참깨 유박	5.79	2.81	1.27
낙화생 유박	6.55	1.33	1.00
대두 유박	6.67	1.48	2.07
면실 유박	5.68	2.63	1.69



## (2) 쌀겨 및 밀기울류

겨 종류는 정미·정맥의 부산물로 쌀에서는 겨, 보리에서는 밀기울이라고 한다. 옛날에는 비료로 꽤 이용되었지만 앞으로는 농가의 자급비료로 약간 사용되는 정도로 판매 비료로서의 소비량은 적다. 그 성분의 일례는 표 3과 같으며, 어박류와 달리 질소보다 인산이 풍부하다.

&lt;표 3&gt; 겨 종류의 성분

단위: %

종류	수분	회분	질소	인산	칼륨
쌀겨	11.4	12.5	2.08	3.78	1.40
대맥 밀기울	12.0	4.9	1.76	2.91	0.83
소맥 밀기울	13.0	5.4	2.24	2.69	1.53

## (3) 계분

닭의 분은 비료 3요소의 함유량이 비교적 많아서 분쇄해서 이용하면 분해가 꽤 빠르고, 비효가 높은 비료로 알려져 있다. 닭 한 마리의 1년간 계분 생산량은 풍건물로 환산하면 15kg정도이다. 계분의 성분은 풍건물에 대해서 질소 1.5~3.5%, 인산 1.5~3.5%, 칼륨 0.5~1.5%이지만 그 비효는 질소의 비효가 가장 크다.

## (4) 골분

동물 뼈를 분쇄 가공한 가루를 말하며, 비료 또는 사료로 이용된다. 제법에 따라 조골분(粗骨粉), 증제골분(蒸製骨粉), 탈교골분(脫膠骨粉), 침출골분(浸出骨粉) 등으로 구분된다. 조골분은 보통 기압에서, 증제골분은 약 2기압, 탈교골분은 4기압에서 생골을 증열(蒸熱)하여 지방과 단백질의 일부를 제거·건조·분쇄하고, 침출골분은 용제로 처리한 후 가열·건조·분쇄하여 제조한다.

골분은 비효가 높은 인산비료로 많이 사용되고 있지만, 현재는 그 생산도 소비도 현저하게 감소하고 있다. 골분 속의 인산은 물에 난용성이지만, 그 60~70%는 구용성이다.

### (5) 어박류

식품가공, 약품 재료에 쓰고 남은 어류의 찌꺼기 또는 어획이 많아 미처 처리 못한 어류를 자숙(煮熟), 압착, 건조, 분쇄하여 만든다. 주요 원료로는 대구, 명태, 꽁치, 정어리, 게, 새우 등이 있다. 어종 및 부위에 따라 비료성분이 다양하며, 단백질이 풍부하여 사료로 적당하여 최근에는 변질한 것 이외에는 비료로 이용되는 경우가 적다. 어박은 유기질 비료 공정규격(公定規格)에는 전 질소 4%, 적인산 3% 이상으로 규제되어 있으며 보통 질소 9~10%, 인산 4~6%를 함유하고 있다.

어박류는 일반적으로 식물질 유박류 등과 비교하면 탄소율이 낮기 때문에 속효성이다. 그래서 한랭지에서도 중점토에서도 분해가 빨라 비효가 높다. 기비로 이용되지만 추비로 시용하여도 효과적이다.

### 나. 퇴비(부산물 비료)

퇴비는 영어로 compost라고 한다. 미국 농무성의 토양비료용어집(1978년)에는 “퇴비란 유기물잔사 또는 유기물잔사와 토양을 혼합하여 미생물 분해를 쉽게 하도록 하기 위하여 수분 조절 후 퇴적시켜 생산된 것을 말한다” 라고 적혀 있다.

퇴비는 원료의 종류나 그 조합, 제조과정에 있어서 처리의 다름에 따라서 다종의 제품이 유통 혹은 사용되고 있다. 구성 성분의 많고 적음이나 분해상태 혹은 부가적인 혼합된 재료의 다름은 있으나, 기본적으로는 식물성 또는 동물성 유기물이 미생물에 의해서 분해된 과정이 있는 일정상태에 도달한 것이다. 따라서 완숙퇴비는 토양개량제로써의 기능도 많고 적음의 차는 있어도 효과면에서는 큰 차이가 없다.

그러나 다른 토양개량제와 비교한 경우에는 커다란 차이가 있다. 퇴비는 토양 중에서 분해가 진행되기 쉽고, 단기적으로 변화해 가는 성질이 있다.

따라서 그 변화의 과정 혹은 결과적으로 생성된 물질 작용이 토양개량효과를 만드는 것이다. 그러나 동시에 효과의 지속성이 결여되기도 한다. 삼림 등의 자연토양에서는 신선한 낙엽 등으로부터 공급되는 유기물량에 비해 표토 발달

양에 적은 영향을 미치나, 농업분야에서는 토양개량 효과를 얻기 위해서는 퇴비의 연속 시용이 필요하다.

### (1) 퇴비

퇴비라는 것은 두엄이라는 의미로 광의로는 야초, 낙엽, 짚, 보릿짚, 그 밖의 식물질 폐기물을 퇴적 발효시킨 것이다. 일반적으로 퇴비와 구비라는 말을 같은 의미로 사용하여 퇴구비라고 하기도 한다. 그러나 가축의 분뇨를 재료에 스며들게 해서 퇴적한 것이 구비이고, 가축을 사용하지 않고 단지 그러한 재료를 퇴적해서 만든 것이 퇴비이다. 일반적으로 이러한 재료는 구비로 이용하는 편이 퇴비로 이용하는 것보다 합리적이다. 퇴비의 재료를 그대로 사용하지 않고 퇴적 발효시키는 중요한 이유는 다음의 두 가지 점이 있다.

- ① 퇴비재료의 대부분은 조잡하고 강하여 취급에 불편할 뿐만 아니라, 그대로 밭을 일구면 토양 공극의 연결을 가로막고 토양수분의 이동을 막아 오히려 작물의 생육을 방해하는 경우가 있다. 이를 방지하기 위해서는 퇴비재료를 일단 퇴적 발효시키고 충분히 부숙시켜 용적을 작게 함과 동시에 질을 부드럽게 하여 부스러기로 만든다.
- ② 퇴비재료는 일반적으로 탄소율이 크게 때문에 그대로 주면 작물은 질소기아가 될 위험이 있다. 따라서 미리 퇴적 발효시켜서 어느 정도 분해시켜서 탄소율을 작게 한다.

퇴적할 때 황산암모늄, 석회질소 등의 질소화합물을 첨가하면, 그 분해를 촉진시켜 부숙을 빠르게 한다. 이 원리를 응용하여 질소화합물을 첨가하여 퇴적 제조하는 퇴비를 속성퇴비라고 부르며, 오늘날 묘포 등에서 제조되는 퇴비는 거의 모두 이것에 속한다. 속성퇴비 제조의 요점은 풍건상태의 짚 100관(1관 = 3.75kg)에 대하여, 가적(假積)일 때에 석회유 100관(초석회 5관에 약 20배의 물을 가하는 것)을 물과 함께 관주했을 때에는 속효성질소 0.3관 정도(황산암모늄이라면 약 1.5관)를 첨가한다. 단 석회질소를 이용할 때는 가적의 짚 100관에 대해서 2관 정도의 석회질소를 첨가하고, 덧붙여 석회질소의 2~3배의 토양을 첨가하여 잘 혼합하면 한층 더 효과적이다.

<표 4> 퇴비의 성분

단위 : %

재료	첨가물	수분	질소	인산	칼륨
볏짚	황산암모늄	69.0	0.51	0.18	0.49
소맥 짚	황산암모늄	73.2	0.45	0.26	0.70
볏짚	석회질소	59.6	0.54	0.18	0.49
대맥 짚	석회질소	76.7	0.39	0.04	0.44
낙엽	물	58.6	0.63	0.17	0.38

표 4에서와 같이 3요소의 함유량은 낮지만 고토와 규산, 미량요소 등도 함유하고 있다. 또한 퇴비의 시용 효과는 이와 같은 비료성분의 보급보다 토양에 부식질을 공급하는 것, 토양의 물리, 화학적 성질을 개량하는 것에 중요한 의미가 있으며, 간접적 효과가 매우 커서 구비와 함께 퇴비의 시용은 지력 유지 증진의 근본이라고 말하고 있다.

(2) 가축·가금(家禽)분 퇴비(구비)

소똥, 돼지똥, 닭똥 등 가축분을 주원료로 한 퇴비이며 일반적으로는 시료나 수분 조정제로 목질재료를 혼합하여 퇴비화한 것이 많다. 가축분은 농지에 원비로써 직접 시용되는 일도 있지만 가축분 자체와 혼합된 목질재료 등의 토양 중에서의 급속한 발효에 의해 식물에게 미치는 영향을 완화시키기도 하고 처리를 용이하게 하기 위하여 퇴비화한 것이다. 가축분 자체에 질소를 비롯하여 비료성분을 비교적 많이 함유시키는 것은 유기질비료에 대한 기대를 가지고 있기 때문이다.

가축분 자체는 분해가 용이하기 때문에 비교적 빨리 안정된 퇴비가 되지만 목질재료가 혼합되어있는 것은 수피퇴비와 같이 발효기간을 오랫동안 요하기 때문에 품질에 대한 주의가 필요하다.

가축의 분뇨는 단독 비료로 주는 경우도 있지만, 대부분의 경우는 마구간의 옥초와 함께 퇴적하여, 부패 분해시킨 것을 구비라고 한다.

구비의 제조법은 퇴비와 비슷하지만, 옥초(褥草: 마구간의 깔개 풀)는 가축

의 분뇨를 다량으로 함유하기 때문에 다소 그 관리법이 다르다. 그 요점은 강하게 밟아 다져서 통기를 약간 불량하게 하여 과도한 분해를 억제하고, 외부로 오래된 명석 등으로 덮어 건조를 막으며, 과인산석회 혹은 토양을 혼화하여 암모니아의 휘산을 막는 것 등이다. 가축의 체중 1,000kg당 1년간 옥초의 사용량은 말 및 돼지는 6,000kg, 소는 3,000kg으로 알려져 있다.

<표 5> 신선 구비의 성분

단위 : %

종류	수분	유기질	질소	인산	칼륨
말 구비	71.3	25.4	0.58	0.28	0.53
소 구비	77.5	20.3	0.34	0.16	0.40
돼지 구비	72.4	25.0	0.45	0.19	0.60

### (3) 수피퇴비

수피는 목질재료이며 분해하기 어려운 성질이기 때문에 발효촉진을 위해서는 질소질비료나 닭똥 등을 첨가하여 제조하는 것이 일반적이다.

발효촉진재를 첨가하여도 안정된 퇴비가 되기까지는 장기를 요하기 때문에 속도에 대한 주의가 필요한데, 제조방법에 대해서는 제조업계 등에서 충분히 연구되어 있기 때문에 업계에서 규정하는 품질기준이 확보되어 있으면 안전하게 사용할 수 있는 것이다.

특징적인 성질로써는 퇴비화가 진전되어도 리그닌 등 난분해성의 성분이 많기 때문에 다른 퇴비에 비하여 높은 탄질율(C/N비)을 표시하는 경향이 있다. 토양 중에서는 이를 분해하기 어려운 성질에 따라 토양개량효과의 지속성이 높은 퇴비가 될 수도 있다. 또한 조립질의 고형물을 포함하고 있으므로 퇴비 그 자체만으로도 통기성과 투수성 등의 개량효과를 기대할 수 있다.

### (4) 톱밥퇴비

톱밥퇴비는 수피와 같이 목질재료를 주원료로 하는 것이며 대부분이 가축분을 혼합하여 제조한다. 버섯栽培床으로 사용된 것을 원료로 하는 수도 있다.

원료인 톱밥은 탄소성분이 수피와 같은 정도로 있으며 질소성분은 매우 적기 때문에 보다 분해하기 어려운 성질이 있어 퇴비화에 장기간을 요한다. 또한 톱밥에는 식물의 생육을 저해하는 탄닌과 페놀계 물질이 포함되어 있어 퇴비화 과정에서 이들의 물질이 충분히 제거되어야 할 필요가 있다. 더구나 소재자체가 미세한 입자로 질소함유량이 많은 닭똥 등이 혼합되어있어서 외관이나 탄소를 등의 분석치의 변화에 따라서 퇴비화의 진행과정을 파악하기 어려운 것도 있다. 따라서 충분한 속도에 대한 주의를 요한다.

#### 다. 녹비

식물을 퇴비의 재료로 하지 않고 신선한 채로 직접 토양에 시용하는 경우 일반적으로 이것을 녹비라고 한다. 녹비는 광의로 산야에 자생하는 잡초를 베어서 주는 소위 초비도 포함되지만, 일반적으로는 비배의 대상이 되는 토지에 특정 비료용 식물을 직접 재배하는 소위 재배녹비를 가리킨다. 재배녹비로 쓰이는 식물을 보통 녹비작물 또는 비료작물이라 한다. 재배녹비의 대부분이 콩과 식물이고 그 근립균에 의해 고정된 질소를 간접적으로 비료로 이용하고 있는 것이다. 야생녹비는 활엽수의 어린 잎, 산야초 등 종류가 많으나 품질과 효과 면에서 크게 기대하기 어렵다.

구비의 재료에 한계가 있으므로 현재 상태로는 도저히 많은 양의 확보가 불가능하다. 따라서 이것으로만 지력을 유지하는 것은 곤란하므로 임업 경영에 있어서 녹비재배는 중요한 문제가 된다.

##### (1) 녹비작물의 조건

- 생육이 왕성하고 재배가 쉬워야 하며,
- 심근성(深根性)으로 하층의 양분을 이용할 수 있고,
- 비료성분의 함유량이 높으며 유리질소의 고정력이 강하고,
- 줄기, 잎이 유연하여 토양 중에서 분해가 빠른 것이라야 한다.

##### (2) 주요 재배녹비의 종류

- 콩과 녹비식물

- 초목식물

대두, 자운영, 토끼풀, 풋베기 완두, 풋베기 콩, 누에콩, 루피너스 (Lupinus, 장미목 콩과의 루피너스속 식물의 총칭), 클로버, 연꽃, 자트비켄(saatwicken, 유럽원산으로 사료로 쓰기에 적당함). 그밖에 유채(평지), 풋베기 귀리, 풋베기 옥수수, 풋베기 쌀보리, 메밀 등의 식물도 녹비로 이용할 수 있다.

- 목본식물

싸리, 아까시나무, 오리나무류

(3) 녹비 식물재배의 이점

- 분해가 용이하고 비효가 크다.
- 콩과는 공중 질소를 고정하는 능력이 있어 재배도 용이하고 경제적으로 유리하다.
- 그 대부분은 심근성으로 심토의 이화학성을 양호하게 하고, 토양심층의 양분을 표층으로 모아 토양부식을 증가시키고, 지력을 높인다.
- 나지를 녹비식물로 피복하여 토양에 보전적 효과를 주며, 또한 양분의 용탈을 막는다. 따라서 일반적으로 지력의 감퇴 경향이 있는 묘포에서는 휴경하고 녹비식물을 재배하여 일구는 것이 이상적이다.

녹비의 시용법은 밭의 경우는 일반적으로 개화시기에 베어서 그대로 흙 속 10cm내외의 곳에 일구는 것이 보통이다. 그 시용량은 생초로 10a당 750~1500kg 정도로 그 이상 시용하면 질소과잉 장애를 일으킬 위험이 있다. 따라서 녹비식물의 수량이 많을 때는 잉여분을 가축에게 주는 것이 좋다. 시용할 때 생초100kg에 대해서 5-10kg의 비료용 석회를 병용하면 녹비의 분해가 순조롭게 진행되고, 분해에 따른 유해 작용도 완화된다. 또한 녹비는 인산이 약간 부족하기 때문에 인산비료의 병용을 권장한다.

녹비는 생초(生草)보다 어느 정도 건조시켜 사용하는 것이 분해가 완만하여 안전하며, 또 시용할 때 산소공급이 부족하면 분해가 지연되고 환원작용이 일어나 유해가스가 생겨 작물생육을 방해하는 경우가 많다. 이와 같은 유해작용

을 방지할 수 있는 유효한 방법을 강구해야 한다. 한국에서는 논의 이모작이나 과수원의 사이짓기로 자운영 · 헤어리베치 등의 작물재배가 이루어지나, 최근 화학비료의 사용으로 녹비재배가 줄어들고 있다.

## 라. 목 탄

제품은 재료에 따라 가격, 성능 다르다. 목재의 경우는 종단면이 하니캠 모양, 횡단면이 관상(管狀)으로 미세한 구멍을 갖고 있다. 펄프 스러지의 경우는 부정형 또는 주름狀이다. 이들 모두 이 구조가 피 표면을 크게 해서 흡착능력 등을 높여 토양개량 재료로서의 성능을 발휘할 수 있도록 하는 이유가 된다. 사용 시에는 가루의 날림에 주의해야한다.

흙 속에 혼합하여 사용하는 경우와, 관 모양에 뚫은 구멍에 충전하여 사용하는 방법이 있다.

토양에 혼합하는 것으로 투수성을 주로 한 물리성의 개선이 가능하다. 탄의 형상이나 원재료에 따라 다른데 보수성의 향상도 가능하다. 일본 비량검정협회 조사에서는 투수성은 흙 중에 20% 혼입으로 버미큐라이트 등에 비하여 7~8 배정도 우수하다는 데이터도 있다. 보수성에 대해서는 미세한 구조때문에 유효수분 가운데 수분 장력대가 높은 물(難効水)의 보지력이 있으며, 펄프 스러지 탄 등은 구조상 유리하다고 한다. 그 외에 농약 흡착효과, 오염의 정화효과 등도 인정되고 있다.

미생물성의 개선효과도 높다. 셀룰로스 분해균과 초산화 성균은 목탄사용에 의해 증가가 인정되고 있다. 또한 푸사리움균의 증식을 억제하는 효과와 VA균 균균, 근입균의 증식에도 기여한다고 알려져 있다.

도시녹화에서는 소나무의 수세회복용으로, 지상에서 40~50mm깊이에 조립상의 탄을 관모양으로 충전하기도 하고, 가로수의 뿌리에 양질유기물 등과 혼합하여 시용하는 등의 예가 보인다. 금후, 많은 곳에서 사용될 것이지만, 가격이 고가일 뿐만 아니라 폐수성 등의 개선여지가 있다.



## 4. 유기물을 퇴비화 시키는 이유

퇴비화 처리는 이를 위한 공정이며 캘리포니아 대학의 전교수인 Golueke는 “미숙한 유기성 고품폐기물을 미생물로 안정화시켜, 부식상의 토양개량재로 개량시키는 방식이다. 최근에는 호기성의 중·고온균으로 처리하기 때문에 모든 것이 미생물의 활성도, 즉 미생물의 수나 종류, 나아가 환경요인에 영향을 받는다” 라고 설명하고 있다.

### 가. 유기물의 C/N비 저하

유기물의 분해는 미생물의 활동에 의해서 진행된다. 미생물의 C/N비, 즉 균체 그 자체의 탄소 함량을 질소 함량으로 나눈 수치는 일반적으로 5~6정도이다. 이에 비해 목질의 C/N비는 수백~천 수백까지도 달하는 것도 있다.

가장 일반적인 퇴비재료인 짚의 C/N비도 60~70로, 균체의 C/N비의 10배 이상의 높은 수치이다. 많은 미생물은 유기물을 에너지원으로 이용하여 탄산가스를 만들어낸다. 그리고 균체 자신의 C/N비에 가까워짐에 따라 퇴비화는 끝이 난다.

일반적으로 완숙퇴비라고 불리는 것의 C/N비는 10~20전후인 경우가 많고, 유기물의 C/N비를 여기까지 내리는 데에는 수개월이 걸린다. 그러나 미생물에 공기를 공급해 주기 위한 뒤집어 주기, 보온을 위한 퇴적 또한 퇴적물의 수분을 60%정도로 유지시키는 등이 조작을 철저히 하여도 이 기간을 아주 단축시킬 수는 없다.

퇴비화 처리는 미생물의 활동에 의한 것이며 만일 퇴비화에 필요한 조건을 인위적으로 부여할 수 있다고 하여도, 최소로 필요한 일수는 확보되어야 한다. 퇴비화가 충분히 되지 않은 미숙한 퇴비, 즉 C/N비가 높은 퇴비를 사용하면 미생물의 활동과 증식에 필요한 영양원이며 농작물 생산에 있어서도 없어서는 안되는 질소가 농작물과 토양미생물과의 사이에서 부딪히게 된다. 그 결과 농작물은 질소 기근을 일으켜 생육이 불량해진다. 만약, 미생물에 의해 이용된 질소가 나중에 방출되어 농작물에 이용된다고 해도 생육의 지연은 피할 수 없다.

경우에 따라서는 질소 등이 늦게 효력을 내어서 오히려 불량한 열매나 푸르게 익기, 시들어 썩어지는 등의 원인이 될 수도 있다.

#### 나. 식물로부터 가스 피해를 방지

C/N비가 높은 유기물인 경우는 C/N비의 변화로부터 속도를 판정할 수 있다. 그러나 C/N비가 7~20전후인 가축분이나 슬러지는 그대로 완숙퇴비의 C/N비와 동등하거나, 그보다 훨씬 낮은 수치이다. 탄소에 대한 질소의 비율이 벧짚이나 보리짚, 낙엽보다도 훨씬 높을 뿐 아니라, 분해하기 쉬운 유기물이 많이 함유되어 있다. 이 유기물들 가운데에는 미생물의 활동과 증식에 필요한 영양원(질소)과 에너지원(탄소)이 풍부하게, 더구나 이용하기 쉬운 형태로 함유되어 있다. 이와 같은 유기물을 그대로 토양에 시용하면 토양속에서 급격히 분해되어 다량의 탄산가스 외에 산소부족상태에서 일어나는 환원성가스나 암모니아가스 등이 발생한다. 그 결과 농작물은 호흡장애를 일으켜 영양분이나 수분의 흡수가 억제되기 때문에 생육이 불량해진다. 가축성분과 같이 가스를 발생하기 쉬운 유기물과 토양을 혼합해 보았다. 가스 발생량은 3~5일 후가 가장 높았고, 2~3주 후에는 분의 종류에 관계없이 거의 같은 수치가 나왔다. 이 사이 가스발생량은 분해하기 쉬운 유기물이 많았고, 또한 C/N비가 낮은 것일수록 가스는 탄산가스에 국한한 것은 아나, 이와 같은 조건하에서는 환원성 유해가스가 발생될 위험성이 있다.

생분을 다량 시용했을 때 암모니아 가스는 어떻게 토양속에서 발생하는 것일까? 예를 들면 C/N비가 낮은 유기물이라고 해도 분해되기 쉬운 미숙한 유기물을 다량으로 함유하고 있는 것을 토양에 시용하면 작물이 생육에 악영향이 나타난다. 그렇기 때문에도 토양에 시용하기 전에 먼저 미숙한 유기물을 분해시켜 놓는 것이 안정할 뿐 아니라 효과적인 방법이기도 하다.

생분과 퇴비화된 분을 사용하여 각각 토양과 혼합하였을 때 발생하는 CO<sub>2</sub>량을 측정했다. 유기물이 양으로 환산해서 같은 양을 시용했음에도 퇴비화된 분에서 발생하는 가스량은 생우분의 그것보다 훨씬 적은 양이었다.

퇴비화 처리는 C/N비가 높은 유기물을 C/N비가 낮은 유기물로 바꾸기 위

한 작업이라고 생각되어 왔으나, 가축분이나 슬러지와 같이 C/N비가 낮은 유기물을 퇴비화하는 일의 의의와 정점은 여기에 있다고 생각한다.

이런 종류의 유기물은 퇴비화시켜도 C/N비에는 별로 큰 변화가 없으나 계분과 같이 C/N비가 7~8전후인 경우는 분해중에 일어나는 암모니아 휘산 등에 의해서 오히려 C/N비는 높아진다.

일반적으로 퇴비화에 필요한 기간은 C/N비가 높을수록 시간이 걸린다. 특히 짚이나 목질 등 C/N비가 50이상인 유기물의 퇴비화는 장기간을 필요로 한다. 짚종류에 C/N비가 낮은 분뇨를 섞어서 퇴비화시키는 것은 이러한 이유 때문이다. 그러나 C/N비가 15전후이하인 유기물의 경우, 퇴비화기간은 훨씬 짧고 C/N비는 거의 변화하지 않기 때문에 C/N비에 의한 속도 판정은 곤란하다. 공통된 점음 분해하기 쉬운 유기물을 미리 분해시켜 어느 정도 안정화된 유기물로 된 다음에 농지에 환원하는 것이 퇴비화 처리의 포인트라고 생각된다.

#### 다. 취급하기 쉽고 혐오감을 제거

화학비료와 병용하여 사용할 때의 퇴비의 시용량은 일반적으로 10aekd 1회에 1톤, 연간 2~3ton 정도이다. 그러나 이 정도의 양이라도 퇴비를 시용하기에는 그리 쉬운 일이 아니다. 또한 생분이나 슬러지를 시용하는 것은 노동력이 필요할 뿐 아니라 혐오감을 수반하기 때문에 농지환원을 어렵게 하고 있다. 이런 어려운 문제를 해결하는 방법으로서 퇴비화처리는 유리한 수단이라고 할 수 있다.

먼저 짚의 경우를 생각해 보자. 10a의 논에서 생산되는 짚은, 맑은 날씨에서 건조된 소위 풍건상태에서 0.5ton 정도이다. 이것을 잘게 썰어 가축 분뇨나 물을 가해서 퇴적해서 가끔 뒤집어 주기를 하면서 3~6개월 지나면, 약 1ton의 퇴비가 생산되고 용적은 처음 퇴적했을 때의 약 2분의 1로 감소된다.

가축분이나 슬러지의 경우는 어떠한가? 전에도 말한 것처럼 이들 유기물은 퇴비화 되어도 C/N비의 변화는 얼마 되지 않는다.

일반적으로 고온을 수반하는 산화분해에서는 악취가 잘 발생하기 어렵고 악취의 원인이 되는 성분이 비교적 용이하게 미생물에 의해서 분해되어 혐오감이

나 악취가 적고 취급하기 쉬운 퇴비가 생산된다.

가격이 낮은 화학비료의 입수가 간단한 현 상태에서 퇴구비의 이용을 촉진하기 위해서는 종래의 퇴구비 보다도 ①취급이 쉽고 ②혐오감이 없으며 ③위생적으로 문제가 없고 ④ 시용효과가 높다는 등의 3박자, 4박자가 갖춰진 자재이어야 한다. 아무리 시용효과가 높은 경우에도 이 중에 어떤 조건이 채워지지 않으면 농가에서는 받아들이기 않는다.

그렇다고 하더라도 지금으로서는 이에 대체되는 방법은 나타나지 않고 있다. 외국에서도 유기성 폐기물의 이용 촉진을 위한 기술개발의 중심은 퇴비화 처리임에 변함이 없다.

#### 라. 유해생물이나 잡초 종자의 사멸

퇴비화 처리는 호기성 미생물에 의한 유기물이 산화분해가 기본이 되고 있다. 따라서 퇴비화 기간 중, 특히 그 전반에서는 60~70℃ 이상으로 발열한다. 이 온도는 자연계에 살고 있는 동식물에 있어서는 이상한 고온이며 이러한 곳에서는 특별한 생물을 제외하고 생활할 수가 없다.

퇴비화처리 과정에서 대장균군은 거의 사멸해버린다. 이런 경우 대장균군을 조사하는 것은 대장균의 소장과 인체에 악영향이 있는 병원균과는 깊은 관계가 있기 때문이다. 식품이나 음료수의 검사에 대장균의 유무나 밀도의 검정이 채용되고 있는 것은 이런 이유 때문이다. 그리고 고온을 수반하는 퇴비화처리를 하면 유해한 생물도 거의 사멸되어 버린다. 또한 농경의 역사는 “잡초와의 싸움”이었다고 한다. 화학비료가 개발되기 전에는 가축이나 가축분뇨, 낙엽 등은 귀중한 비료 자원이었다. 그 속에 잡초의 종자가 섞여 있었다는 것은 치명적인 일이었다. 방목한 소의 분을 퇴비화하지 않고 그대로 밭에 시용한 결과 목초밭이 잡초밭이 되어버린 예도 있을 정도였다. 퇴비화 처리 때 일어나는 고온은 잡초의 종자에 대단히 치명적임은 말할 나위가 없다. 퇴비화 처리는 이것 하나만으로도 대단히 놀라운 기술인 것이다.

## 마. 식물의 양분보급

화학비료가 발달한 현재 퇴비속의 비료 성분에 많은 것을 기대하는 일은 적어졌다. 식물은 무기물을 흡수하고, 물과 탄산가스로부터 식물체를 만들고 있다. 이 사실로 보면 퇴구비 등 유기물의 시용은 의미가 없는지도 모른다. 그러나 퇴구비가 농작물의 생육 수량에 대하여 뛰어난 효과를 보여주는 이류 중의 하나로서 강조하고 싶은 것은 퇴구비는 식물체의 유체, 또는 식물체의 분해에 관여한 생물의 유체가 그 주요 부분을 차지하고 있다는 점이다. 따라서 식물이나 토양미생물이 필요로 하는 무기영양분이 균형이 잡힌 상태로, 더욱이 적당한 농도로 포함되어 있다. 또한 식물이나 미생물에 곧바로 이용되는 무기체의 양분뿐 아니라 유기물이나 균체속에 들어 있는 무기성분은 서서히 토양속으로 방출되어 식물이나 미생물의 양분으로 이용된다.

물론 화학비료가 보여주는 속효성은 기대할 수 없으나, 장기간에 걸쳐 농작물이 필요로 하는 양분을 공급할 수 있다. 완효성(緩效性)화학비료는 퇴구비의 이와 같은 우수한 성질의 일부를 취한 것이다.

## 바. 토양의 물리성 개선

농경지는 흙으로만 이루어진 것이 아니다. 흙과 공기와 물은 각각 대개 1:1:1의 비율로 구성되어 있다. 이 균형이 크게 무너졌을 때, 예를 들면 공기가 고이는 장소가 물로 채워지면 흙속의 산소가 부족하기 때문에 농작물은 습해를 일으킨다. 반대로 수분이 적어지면 농작물은 한해를 받아 결국은 말라 죽는 경우가 있다.

농작물에 바람직한 토양조건이란 언제나 적당한 수분과 공기가 토양속에 들어있어야 한다는 것이다. 이와 같은 “적당한 환경조건”을 인위적으로 만드는 일이 쉬운 일은 아니지만 이것을 실현시키는 것이 퇴비와 같은 유기물과 그것을 이용하는 미생물의 활동인 것이다.

많은 토양미생물은 영양원으로서 질소 등의 무기성분을, 또한 에너지원으로는 유기물인 탄소에 의존하고 있다. 말하자면 퇴비와 같은 유기물은 미생물에게 우수한 식품이며 영양원이기도 하다. 4억년이상의 세월 속에서 배양된 토양

미생물의 환경적응성과 적극적인 환경조성 능력은 실로 놀라운 일이다. 그 하나가 토양을 단립(團粒)구조로 하는 능력이다. 미세한 토양 입자를 모아서 단립을 만들어 그 속에 물을 고이게 하고, 단립과 단립 사이의 큰 공간에는 충분한 공기를 저장한다. 이 큰 공간은 비에 의해서 토양 수분이 높아졌을 때, 과잉 수분을 단립과 단립 사이를 지나서 지하로 흘려보낸다. 물론, 이와 같은 토양의 구조는 농작물의 뿌리에도 필요한 환경조건인 것은 말 할 것도 없다.

농경지 토양에 있어서 인위적으로 이에 가까운 환경을 만들어 주지 않으면 농작물의 만족한 수확량은 얻을 수 없다. 퇴비와 같은 유기물의 필요성은 이러한 이유 때문이다.

과학의 진보는 현저한 데가 있으나 얼마동안은 이와 같은 기능을 할 수 있는 인공적인 자재를 저가로 대량으로 생산할 수 있다는 것은 기대할 수 없는 일이다.

유기물의 퇴비화처리는 5천년의 농경역사속에서 자연발생적으로 나온 우수 한 기술이다. 이것을 요약하면 다음과 같다.

- ① 유기성 폐기물의 C/N비를 10에 가깝게 하고, 유해성분을 분해하는 기술로 미숙한 유기물은 이 기간동안 안정화 된다.
- ② 퇴비화된 유기물은 유해가스의 발생이 적기 때문에 발근에 별로 나쁜 영향을 미치지 않는다.
- ③ 악취나 혐오감이 적어져 취급이 쉬워진다.
- ④ 퇴비화 처리중에 고온에 의해 유해한 생물이나 병원균, 잡초의 종자 등은 사멸된다.
- ⑤ 동식물의 유체가 원료이기 때문에, 농작물에 대한 비료성분의 균형이 양호하며 유기성분이 안정되어 있기 때문에, 장기에 걸쳐 양분의 방출이 이루어진다.
- ⑥ 토양미생물의 먹이로 유효한 형태이며, 퇴비의 사용은 흙의 단립(團粒)구조를 촉진하여 통기성이나 투수성을 개선하여 토양의 보수성이 높아지는 등 뛰어난 효과를 발휘한다.

## 5. 퇴비의 품질 기준

퇴비에는 토양개량효과와는 다른 시점에서 중요한 것이 품질이다. 퇴비에 포함된 유해물질 등에 관한 품질이다. 비료관리법에서는 퇴비의 유해물질 함유량을 규제하고 있다.

퇴비는 그 특징과 효과 면에서 구하고자 하는 기능을 특별히 정하기 어렵고, 분석치에 의해 정량적으로 규정하기 또한 어려운 측면이 있다. 따라서 종합적인 평가를 구함과 동시에 그 품질도 확인하는 것이 어려운 특징을 가지고 있다.

퇴비 품질로 요구되는 제1 조건은 식물의 생육에 지장을 주지 않는 것이다. 미숙한 퇴비의 경우에는 시용 후 토양중에서 분해가 쉬운 유기물(셀룰로스나 헤미셀룰로스)이 급속하게 발산 분해하는 과정에서 무기능 질소가 소비되어 유기물 질소화하기 때문에 식물의 질소흡수가 저해되어 생육에 지장을 준다. 발산분해가 충분히 진행되어 부숙도가 높은 퇴비일수록 부식성분의 증가등에 따라 고품질 상태의 퇴비가 된다. 따라서 퇴비의 품질은 부숙도로 결정된다고 해도 좋다.

### 가. 효과와 안정성

퇴비의 품질은 효과와 안정성이 제일이다. 식물이나 토양에 대한 시용 효과와 사람과 가축에 대한 안정성의 확보라는 두가지명이 보증되어야 한다.

퇴비의 시용 효과는 의론의 여지가 없게 되었으나 원료가 되는 유기물이 지금까지와 같은 벚짚이나 낙엽, 풀에 가축분뇨를 첨가한 것과 같은 것은 적어졌다. 이에 대신해서 산업 활동에 의해서 발생하는 유기성 폐기물이 이용되는 등 점차 다양화하고 있다.

품질의 판정법에는 사람의 감각에 의한 것, 이화학적 분석이나 생물학적 방법 등 여러 가지가 있으나 부숙도 판정법이 주체로써 농작물의 생육에 대해서 악영향이 없다는 것이 최저의 조건이 된다.

그리고 또 하나의 기준은 중금속 등에 의한 사람이나 가축에 대한 것으로서, 이미 비료관리법에 정해져 있는 특수비료속의 비소나 카드뮴, 수은에 관한 규제치가 설정되어 있다.

### 나. 농작물과 토양에 대한 바람직한 품질

부숙도 판정법과 같이 가장 신뢰성 있고 널리 이용되는 판정법을 거친 퇴비 이어야 한다. 그러나 이화학적 분석법을 전혀 부정하는 것은 아니고 원료에 따라서는 꽤 높은 정확도로 채용되는 것도 있다.

예를 들면 벧짚이나 낙엽, 톱밥 등이 주 원료일 때 C/N비, 환원당(還元糖) 비율, 질소 함량으로 판정이 가능하며, 금후의 연구 여하에 따라서는 달리도 이용이 가능할 것으로 생각되는 분석 항목이 몇 가지 나오고 있다. 또한 가축분의 함량이 비교적 많은 구비에서는 C/N비만으로도 부숙도의 판정이 가능하다.

부숙도는 C/N비(전탄소/전질소)나 염기치환용량(CEC)이 대표적인 지표로 되어 있다. 이는 미생물이 유기물을 분해함에 따라 탄소분이 CO<sub>2</sub> 로 방출되는 것과 염기의 보유에 작용하는 부식성분이 증대되어가기 때문이다. C/N비는 자연토양에서는 10전후를 나타내며, 퇴비도 이 수치에 가까우며 일반적으로 속도가 높은 양질퇴비는 C/N비 20이하이다. 그러나 퇴비는 그 원료에 따라서 당초의 C/N비나 난분해성의 리그닌 함유량이 다르므로 일정 수치로 각종 재료의 속도를 평가하는 것은 곤란할 것이다. 또한 수피퇴비 등은 발산촉진을 위하여 질소질 비료 등이 첨가되어 미숙한 상태에서도 낮은 C/N비를 나타내는 경우가 있다. 염기치환용량(CEC)역시 같은 기작을 가지고 있다. 그러므로 각각 퇴비의 종류에 따라 각각의 평가기준치를 적용하여야 할 것이다. 묘포에서는 일시적으로 다량으로 사용하기 때문에 퇴비제조시의 품질관리 상태 등을 확인하기는 어려우므로, 현장에서 간단하게 그 품질(부숙도)을 평가하는 일이 중요하다. 선별분석을 실행하면 제품의 카타로그 수치나 메이커 신고치와 동떨어진 수치를 나타내는 경우도 많다.

부숙도 이외에 파악할 수 있는 주된 품질로는 N·P·K등의 비료성분이 있는데 이 모두 화학비료에 비교하면 매우 적은 수치이며 사실상, 묘포에서 그 수치를 어떻게 평가할 것인가는 어려운 문제이다. 단, 녹화분야에서는 농업분야와는 다르게 단기 수량(성장량)을 목적으로 하는 일은 적으며, 토양개량제에 있어서 성분함유량이 초과하지 않는다면 중요한 문제는 아닐 것이다.



## 다. 토양개량효과

퇴비의 토양개량효과는 복잡 다양한 작용에 의하여 토양의 물리성, 화학성 혹은 미생물성의 전반에 관계되어 있으며, 종합해서 말하면 토양의 비옥화 혹은 지력의 향상을 말한다. 또한 식물에 대한 작용면에서 보면 직접적인 것과 간접적인 것이 있다. 직접적인 작용으로는 퇴비에 포함되는 물질 혹은 토양 내에서의 분해 등에 의하여 생성된 물질이 식물의 양분으로 기능하는 것이 곧, 비료로써의 효과인 것이다. 한편, 간접적인 작용은 토양개량 재료의 효과이며 앞에서 서술한 바와 같이 복잡 다양한 기능에 따라서 식물의 생육 기판으로서의 토양에 요구되는 조건에 대한 폭넓은 개선효과를 발휘하는 것이다.

퇴비의 토양개량 효과는 보비력과 보수·투수·통기성이라는 개개의 기능에서는 우수하게 영향을 미치지 않는다. 예를 들어 보비력의 지표가 되는 염기치환용량(CEC)에서는 피트모스의 효과에는 미치지 않는다. 또한 보수성에서는 광물계의 무기질 토양개량재료 등에는 미치지 않는다. 그러나 「토양의 팽연화」가 나타내는 것은 토양미생물의 활성화나 이에 동반하는 토양의 단립화, 통기·보수성의 개선, 보비력 향상 등 넓은 효과를 포함하고 있다. 즉, 심토 등에서 조성된 식재기반에 토양으로서의 종합적인 기능을 확보하기 위해서는 퇴비의 시용이 유효한 토양개량방법이 된다.

## 라. 중금속 농도의 기준

퇴비의 원료는 여러 사업 분야에서 발생재로서 생기는 것이 많으며, 포함되어 있는 물질도 여러 가지로 퇴비에 유해물질이 포함되어있는 경우에는 토양에 축적되는 등 문제가 발생할 가능성도 있다. 따라서 중금속 등 유해물질의 함유량에 대해서도 유의할 필요가 있다.

많은 노동력과 시산을 들여 만든 퇴비의 원료에 종종 농도 높은 중금속이 함유되어 있기 때문에 농지를 오염시키는 것과 같은 일이 있어서는 돌이킬 수 없는 일인 것이다. 이와 같은 일이 일어나지 않도록 농림부는 퇴비 등으로 대표되는 특수 비료중에서 중금속을 함유할 우려가 있는 것에 대하여 건조 1kg당 비소 50mg/kg, 카드뮴 5mg/kg, 수은 2mg/kg을 상한으로 하는 기준치를

정하고 있다. 여러 외국의 기준과 비교해서 규제의 대상이 되는 중금속의 종류는 적으나 카드뮴은 2~6배, 수은은 3~12배라는 대단히 엄한 기준이다.

## 6. 유기질 비료의 사용상 유의점

### 가. 적정 양 시용

밭 토양에서도 다량으로 시용하면 분해가 늦어 암모니아에서 질산으로의 변화가 잘 이루어지지 않고 암모니아가 가스화해서 작물에 가스 피해를 일으킬 때가 있다. 그리고 아질산가스에 의한 피해가 일어날 때도 있다. 특히 통기가 나쁜 터널재배나 시설재배시에는 피해를 받기 쉽기 때문에 주의가 필요하다. 인산은 과인산석회에 가까운 효과를 발휘한다. 흙과 잘 섞어 놓거나 깊게 시용하지 않으면 피해를 받을 때가 있다. 부족한 칼륨분은 칼륨비료를 시용하도록 한다. 논에 시용할 때는 밭에서보다 분해가 더디기 때문에 추비로서의 이용은 적당치 않다.

### 나. 젖은 대로의 시용은 금물

유기질 비료는 화학비료로는 흉내낼 수 없는 월등한 효과가 있다. 이런 사실로 인하여 부가가치가 높은 농작물 생산에서는 가격이 제법 높아져도 끊임없는 인기의 배경이 되고 있다. 그러나 조심하지 않으면 의외의 실패를 할 때가 있다. 그 하나가 다량으로 시용했을 때 일어나는 가스 피해이다. 다량으로 시용했을 때 발생하는 암모니아가스나 아황산가스에 의해서 작물피해를 가져온다. 특히 환기가 불량한 터널재배나 시설재배에서는 그 위험성이 더 커진다. 그리고 또 하나는 토양해충의 이상 발생에 의한 뿌리의 손상이다.

여름철의 풍뎅이의 유충에 의한 피해나 진드기 피해로 뜻하지 않는 실패를 할 때가 있다. 그 대책으로 어쩔 수 없이 젖은 채로 시용할 때는 국소시용을 지양하고 전면에 뿌려주고 겉흙과 잘 혼합하여 보름 이상 방치한 후에 파종하거나 심는 일을 한다.

또 한가지 방법은 부숙시켜서 시용하는 일이다. 이 방법은 이상의 것은 없

다. 필히 실행해 주기 바란다. 퇴비와 혼합하여 20일간쯤 퇴비속의 미생물에 의해서 먼저 유기질 비료중의 분해하기 쉬운 유해물을 분해시켜 가스해의 위험성이 제거된 후에 사용하는 방법이다. 가스해의 염려가 없어지고 퇴비의 효과와 유기질 비료의 효과가 어울려져 나타난다.

#### 다. 퇴비만으로는 부족했을 때

- ① 유기질 비료는 화학비료 만큼의 속효성은 없으나 퇴비보다는 빠르다. 유기질 비료의 일부는 부식이 되어 토양의 지력을 높이는 역할을 하는 등 화학비료와 퇴비의 중간적인 역할과 효과가 있다.
- ② 유기질 비료는 퇴비보다는 그 품질이 월등하게 안정되어 있다. 동물이나 식물 찌꺼기류는 성분의 뿌리는 것이 적고 비료취급에서 보통비료로 등록되어 있는 것은 성분이 보증되어 있다.
- ③ 화학비료에 대한 유기질 비료의 비효는 질소 60~70%, 인산 50~60% 정도이나 칼륨은 화학비료와 같다고 본다.
- ④ 유기질 비료는 서서히 분해하기 때문에 작물이 비료 열상을 일으킬 위험성이 적은 이점이 있다. 유기재배에 있어서 퇴비만으로는 양분이 적을 때는 혹은 추비가 필요할 때는 유기질비료의 사용이 유효하다.
- ⑤ 화학비료보다는 약간 비효가 떨어지나 그만큼 효과가 오래간다.
- ⑥ 퇴비와 같이 미량요소(微量要素)도 균형이 유지된 상태로 함유되어 있다.

### 참고문헌

1. 국립산림과학원. 2005. 숲가꾸기 표준교재Ⅱ. 산림종묘.
2. 농촌진흥청. 2004. 비료관리법령 및 관련 규정집.
3. 농협중앙회. 2006. 일본의 맞춤형 퇴비 생산과 이용.
4. 농협중앙회. 1999. 흙 살리기와 시비기술.
5. 최홍림. 2005. 퇴비의 품질실태 보고서.
6. 塘隆男, 1973. 苗畑施肥と林地肥培. 地球出版株式會社.
7. 社団法人 家の光協會, 松崎敏英, 1992. 土と堆肥と有機物