

# 유기농업과 퇴비제조 기술

이태근 소장  
(사단법인 흙살림)

퇴비를 포함하여 지구상에는 다양한 종류의 유기물이 생산·이용되고, 분해되면서 자연계 내에서 순환한다. 환경농업에서는 다양한 유기질 자재를 이용하여 양분의 공급, 토양성질의 개선 등을 도모할 수 있으며, 화학비료가 갖지 못하는 토양개선효과 또한 기대할 수 있는 동시에 품질의 향상에도 기여할 수 있다. 여기에서는 환경농업에 이용될 수 있는 기본적인 자재의 이해를 돕고, 그 활용법에 대하여 알아보겠다.

## I. 유기농업과 퇴비

유기농업에서의 퇴비는 무기성분(비료성분)의 함량만으로 그 가치를 평가하지는 않는다. 유기농업에서 토양을 바라보는 관점은 퇴비등으로 흙을 잘 먹여 살려서 흙이 건강해지고 비옥해지면, 그 흙이 작물을 키워 살린다는 관점을 갖는 것이 보편적이다. 흔히 얘기되는 화학비료(무기비료)의 공급만으로 의존되는 토양관리는 유기농업적 측면에서 바라보면 편식에 해당한다고 해석할 수 있다.

화학비료에 의존된 편중된 토양양분관리는 장기적으로 과잉되거나 과부족되기 쉽고, 지구상의 유한한 자원의 활용면에서도 지속적인 방식이 아니라고 본다. 반면 유기농업에서 사용되는 자재는 원칙적으로 생명체들이 만들어놓은 유기물을 잘 활용하는데 관심이 집중되고 있다. 유기물은 복잡하고 다양한 양분과 고유한 특성을 갖고 있으며, 비료중에서 흙과의 친화성이 가장 높은 것으로 보고 있다.

퇴비의 정의는 현대 농업에서 분류되듯이 비료의 한종류로만 구분되기에는 그 기능과 역할이 너무나도 크다고 볼 수 있다. 그 비료적 가치와 흙과의 친화성, 미생물·중소동물과의 친화성, 작물과의 친화성에 있어서 퇴비를 따를만한 것이 또 있을까 할 정도다.

모든 유기농업 책자에는 각종 퇴비제조법이 자세히 수록되어 있으며, 이를 보면 퇴비야말로 가장 기본적인 흙을 살리는 자재임에 틀림없다. 퇴비 및 유기질자재의 중요한 특징 가운데 하나는 속효성 또는 수용성을 특징으로 하는 화학비료와는 거리가 멀다. 주로 구용성, 지효성을 바탕으로 하여 수년에 걸쳐 건강한 토양의 완성을 목표로 하는 유기농업에서 퇴비는 그 출발점이 될 수 있다.

## II. 완숙퇴비의 제조와 활용

퇴비는 예전이나 현재나 중요한 농자재임에 틀림없다. 화학비료의 등장후 그 가치가 상대적으로 평가절하 되어 왔으나, 최근에는 안전 농산물 생산과 고품질 농산물 생산이 요구되면서 그에 따라 퇴비 등 농가부산물의 다각적인 활용 등이 재 부각되고 있다.

또한 퇴비재료로서 활용가능 한 가축분뇨가 양축 농가의 증가로 다량 배출되면서 이를 활용한 시판 퇴비들이 때로는 품질관리에 실패하여 미숙 퇴비, 중금속 과다퇴비 등도 유통되곤 한다.

엄밀한 의미에서 가축 분 위주의 퇴비는 똥이 포

함되었다는 의미로 '퇴구비'라고 표시되는 것이 옳다. 전통적인 퇴비의 의미는 가축분뇨의 양보다 풀·산야초, 톱밥, 수피(나무껍질) 등 소위 탄소질 재료가 주체가 된 퇴비를 말할 수 있다.

여기에서는 완숙퇴비의 주요기능, 완숙퇴비와 미숙퇴비의 차이점, 완숙퇴비 제조 및 사용방법 등 보편적인 내용을 살펴보겠다.

### 1. 완숙퇴비의 주요기능

퇴비를 구성하는 것은 수분 20~70%, 유기물 20%이상, 나머지는 공기와 무기물, 부식질, 1그램 당 1억마리정도의 미생물 등으로 구성되어있다. 보통의 경우 탄소와 질소의 비율은 50이하, 질소·인산·가리의 함량은 각각 1~2%내외로 구성되어 있다.

반면 화학비료는 제조시에 넣은 성분과 증량제 외에는 들어있지 않다. 따라서 미생물, 유기물, 부식질, 보증 외 성분 등은 없다. 결론적으로 말하면

퇴비는 유기물, 부식 등이 들어있는 훌륭한 토양개량제로서의 기능이 우선하고, 다양하고 지속적인 비료성분의 공급이 그 다음이며, 마지막으로 미생물의 보급기능 등이 있어 품질향상을 위한 기본적인 유기질 자재이다.

위와 같이 퇴비는 '살아있는 비료'로서 종합적인 기능을 갖기 때문에 화학비료를 대체할 경우에 기본적으로 선택되는 자재이다.

### 2. 완숙퇴비와 미숙퇴비의 차이점

아래 표에서 보는 바와 같이 미숙퇴비와 완숙퇴비는 질적인 차이가 많이 난다. 이러한 질적인 차이의 주된 원인은 퇴비화라는 것이 어려운 말로 '호기적 조건하에서 미생물에 의한 생물적인 변화'를 일컫기 때문이다. 즉, 퇴비가 살아있는 미생물들에 의해 만들어지는 것이기 때문이다. 따라서 미생물에 대한 이해는 퇴비를 이해하는 한가지 방법이 될 수 있다.

구분	완숙퇴비	중숙퇴비	미숙퇴비
1. 비료성분(질소)	약간유실	약간유실	원료상태
2. 비료성분의 연간 이용율(%)	30(지효성)	40(중간)	50(속효성)
3. 파리, 구데기 발생정도	없음	보통임	많음
4. 가축분내 항생제 분해정도	대부분 분해됨	약간 분해	그대로 있음
5. 유효미생물	유용미생물	분해미생물	혐기성미생물
6. 잡초종자	사멸	반사멸	남아있음
7. 산도	중성-알카리성	중산성	산성
8. 사용할 때 유해가스 발생정도	거의 없음	약간발생	많이 발생
9. 곰팡이, 지렁이 생존정도	다수 생존	일부생존	생존불량
10. 작물에 대한 안정성	높음	보통	낮음
11. 유해물질등의 분해정도	대부분 분해	약간분해	그대로 있음
12. 냄새(악취)	흄냄새	약간 남	많이 남
13. 취급성/보관성	양호	보통	불량함
14. 생리활성물질	많음	보통	별로없음
15. 발효기간	3달 이상	1달 이내	1주일 이내
16. 양이온치환용량(부식함량)	높음	보통	낮음

### 3. 완숙퇴비의 제조 및 사용

#### 1) 원료의 준비와 혼합

가축분에 따른 비료의 함량과 가용화 속도는 계분>돈분>우분 순이다. 닭은 새의 일종으로 퐁오즙을 함께 배설하며, 소화를 빨리시키기 때문에 사료가 덜 분해된 상태로 있어서 비분이 높고 빠르다. 반대로 소는 반추동물로 미생물에 의해 도움을 얻어 천천히 소화를 시켜서 우분속에는 비분이 낮고 느리다. 그렇더라도 가축 분은 톱밥, 낙엽, 볏짚, 풀 등보다는 월등히 비료분이 높다. 따라서 원료의 준비는 비료분이 높은 것과 비료분이 낮은 것을 동시에 준비해둔다. 쉽게 말하면 퐁만 있어서는 안되고 톱밥이나 볏짚도 있어야 한다. 왜냐하면 미생물들이 그러한 조건을 선호하기 때문이다. 최근에는 퇴비의 발효촉진과 품질 향상을 위해 조개껍질(패회석)이나 석회석, 백운석 분말 등을 첨가하기도 한다. 석회질은 유기물의 부숙을 촉진시킬뿐만 아니라 중요한 비료원으로도 작용한다. 점토광물로는 제올라이트, 벤토나이트등도 5%내외로 혼합하기도 한다. 점토광물은 부식-점토의 복합체를 형성하고 암모니아 가스등 질소질비료의 유실감소와 악취제거에도 이용된다. 또다른 암석분말로는 인산질 비료의 보충을 위해 인광석, 골분등을 재료에 넣어 발효시키는 것도 고려해 보아야 한다. 원료의 준비에 있어서 가장 중요한 원칙은 다양한 자재를 고루 혼합하는 것이며 이론적으로는 탄질율을 20-35정도로 해주는 것이 미생물 생육에 알맞다고 한다.

잘 혼합되고 수분이 65%내외가 되면 좋다. 혼합하여 침출수가 생길 듯 말듯하면 된다. 발효촉진을 위해서는 퇴비부숙제(흙살림)나 균배양체를 만들어 골고루 섞어주면 초기발효에 도움을 준다. 균배양체의 사용량은 퇴비원료 1톤당 20kg 이상이면 된다. 자가 퇴비제조시 발효촉진을 위해 미리 만들

어든 완숙퇴비를 퇴비량의 약 10%까지 섞어주면 발효가 촉진된다. 설탕이나 당밀은 미생물의 속효성 먹이가 될 수 있으므로 사용 가능하다. 쌀겨는 원료의 10%정도 혼합해두면 역시 발효를 촉진시킬 수 있다.

원료의 선택은 뭐는 넣어도 되고 뭐는 넣지 말아야만 하는 것이 아니다. 지구상에 존재하는 미생물의 90%이상은 유기물을 이용할 수 있다.

#### 2) 발효와 뒤집기

발효장은 가급적 비가림상태에서 하는 것이 좋다. 거적은 덮어도 그만 안 덮어도 그만이지만, 퇴비더미 내부에 열이 축적되게하기 위해 덮어주기도 하며 수분이 너무 날아가지 않게 하기 위해서 덮어주기도 한다. 뒤집기 하는 이유는 퇴비더미 아래부분은 항상 공기가 부족하게 되기 때문에 호기성 미생물을 위한 공기공급차원에서 중요하고, 발효가 안된 부분과 잘된 부분을 잘 섞어주기 위해서도 중요하다. 자가제조 퇴비를 만들 때는 기온보다 높게 열이 발생하고 나서 한 번하고 2주, 4주, 8주, 16주째에 뒤집기를 한다. 열이 너무 오르면(70℃ 이상) 좋아할 필요는 없다. 유용한 미생물들도 함께 죽어 나가며 때로는 탄화되어 숫처럼되기도 한다. 사용하기 전까지 4번 정도의 뒤집기가 유효하다.

#### 3) 후숙

보통의 경우 1~2달정도 지나면 퇴비의 발효열은 서서히 내려가서 기온과 비슷하게 된다. 냄새나 파리로도 상당히 줄었고 색깔도 많이 검어진 상태일 것이다. 그러나 이때부터 중요한 미생물들이 성장하기에 좋은 상태가 되기 때문에 2-3개월 정도 더 후숙을 시키는 것이 좋다. 모든 것이 변화하듯 미생물들도 릴레리 경기를 하듯 변화되어 간다.

### 퇴비화의 잇점

- 재료중 휘산되기 쉬운 질소성분은 퇴비화 과정에서 미생물에 의한 고정으로 유실을 최소화할 수 있다.
- 토양생물에 독성을 미칠 수 있는 유기물을 사용가능케 하고, 질소기아 등을 일으키는 거친 재료 등을 곧바로 사용할 수 있게 한다.
- 토양이 요구하는 미량원소 등을 분배하여 양분 불균형을 피할 수 있다.
- 황화합물이나 질소화합물의 분해시 발생하는 악취를 없앨 수 있다.
- 재료의 부피를 줄여주고, 보관성, 취급성을 좋게 한다.
- 고온(60℃)에 의해 많은 병원균과 잡초씨앗을 근절시킬 수 있다.

퇴비는 초기에 대부분 산성상태이지만 중숙이후에는 알카라성으로 변화된다. 토양산성화의 나쁜 점에는 주요한 비료성분의 흡수에 문제를 일으키기도 하지만 대부분의 곰팡이성 병원균들도 산성을 좋아하는 점도 있다.

퇴비의 색은 열에 의해서도 변화되지만 미생물이 분비하는 색소에 의해서도 변화된다. 퇴비의 냄새는 주로 방선균이 분비하는 자스민 향기로 알려져 있기도 하다.

#### 4) 사용법

많은경우 화학비료의 사용량은 구체적으로 알면서, 퇴비의 사용량은 그다지 신경 쓰지 않고 많으면 많을수록 좋다고 생각하는 경향이 많다. 유기농업에서는 사용량을 어떻게 조절할 것인지 조금씩 알아두는 것이 좋다. '단보당 몇톤' 정도하는 것으로는 미약하다. 왜냐하면 개개의 흙의 상태가 다르기 때문이다.

앞으로의 유기농업은 자급퇴비를 50%이상 사용하여야 한다. 평균적으로 300평당 3톤 이하를 주는 것으로 되어있다. 이를 질소함량으로 환산하면 30kg 정도가 되는데, 퇴비의 특성상 연간 이용율이 절반이하로 낮고 지효성이므로 갑작스런 생육촉진은 기대하기 힘들다. 매년 과량의 퇴비가 살포되면 연간 이용율이 낮은 관계로 3년정도 지나면 오히려 양분의 과도한 축적과 용탈로 인해 환경보호의 기여도가 없어지게 된다. 수피, 낙엽, 산야초, 섬유질 위주로 오랜시간에 걸쳐 만들어진 완숙퇴비는 멀칭자재로서도 유용하고 기준량 이상을 시용해도 토양에서 안전한 반응을 보인다. 토양검정과 함께 꾸준히 관리 해나간다면 정성드려 만든 퇴비가 흙속에 정성을 다시 되돌려 준다는 것을 명심하여야 한다. 토양에 혼합된 퇴비나 유기물은 토양

내 점토와 작용해 복합콜로이드를 형성한다. 토양내에서 퇴비가 안정화 하는데는 일정기간을 요한다. 특히 미숙퇴비를 활용할때는 충분한 기간을 갖는 것이 가스피해 등을 줄이는 방법이다. 퇴비를 만드는 것은 생명을 기르는 것이다.

특히 논에 사용할 때는 더욱욱 완숙퇴비를 주어야 한다. 논은 항상 물이 있기 때문에 비료분의 용출이 밭보다 빠르다. 때문에 생똥을 넣거나 미숙퇴비를 넣으면 너무 갑작스럽게 비료가 나오거나, 급작스런 분해 미생물의 번식으로 생육에 장애를 줄 수 있으며, 비라도 오면 쓸려 내려가 하천이 오염된다.

사용할 시기는 아무래도 파종 또는 이식 15일 이전까지는 넣는 것이 좋다. 완숙퇴비라 하여도 정도의 차이가 있을 뿐 가스발생은 있다.

참언하고 싶은 것은 퇴비가 만능이라 하여도 이것은 상대적인 기준이다.

### III. 고온발효 속성퇴비의 제조

수개월 넘게 중저온의 전숙, 후숙 등을 제대로 거처 만들어지는 완숙퇴비가 좋은 것은 말할 것도 없다. 그러나 대부분의 농민은 여러 가지 이유를 들어 2달이내 고온 발효시킨 속성퇴비를 사용하는 것이 보편적인 현실이다.

속성퇴비는 보통 8주정도면 사용할 수 있으며 2주 정도의 발효를 거처 완성될 수 있다. 제조시 유의할 것은 자주 뒤집기이다. 뒤집기는 퇴비 더미내 산소공급을 원활히 하여 미생물의 활력을 높혀주게 된다. 퇴비더미의 온도를 잘 관찰하여 온도가 내려가기 시작하면 뒤집기를 해주어야 한다. 온도가 30~55℃가 유지되도록 해야한다. 온도계를 활용하면 손쉬우나 없을 경우 손이나 쇠막대 등을 넣어 뜨겁게 느껴지면 발효가 잘 진행되는 것이다.

속성퇴비의 가장 큰 장점은 빨리 되는 것에 있다. 추운 계절에도 퇴비를 6회 이상 만들 수도 있다. 속성퇴비제조는 제조공간이 부족하거나 집에서 멀리 떨어진 농장 등에서 비옥도를 증진시키는데 가장 효과적인 제조법중의 하나다. 또 다른 장점은 고온 발효열을 이용하는 것으로 고온으로 몇주를 유지시키면 잡초씨앗이나 병원균을 사멸시킬 수도 있다.

속성퇴비 만들기의 가장 큰 단점은 잦은 뒤집기 작업이다. 뒤집기는 거를수 없는 과정으로 수분이나 탄질율이 잘 안 맞으면 이때 보완을 해주어야 한다. 또 다른 단점은 더미전체가 한번에 만들어져야 하는 점이다.

퇴비재료가 수시로 나오는 곳에서는 모아두었다가 한꺼번에 더미를 만들어 주어야만 한다.

속성퇴비는 미생물의 급속한 증식으로 질소성분을 더 필요로 하기 때문에 장기간 발효시킨 완숙퇴비에 비해 약간 적게 질소성분이 남게되거나 일부 암모니아 가스형태로 유실되기도 한다.

연구에 의하면 고온발효에 의한 속성퇴비는 상온발효에 의한 완숙퇴비에 비해 토양전염병균의 억제능력이 낮은 것으로 보고되고 있다. 이는 병원

#### 온수퇴비로 곰팡이병의 방제

온수퇴비를 만들어 사용하면 일부 토양전염병을 방제할 수 있다. 완숙퇴비와 온수의 비율을 1 : 6~10의 비율로 하여 몇일이상(1~7일) 배양한 다음 물을 걸러낸다. 쉬운 방법은 고온 천에 퇴비를 쌓아 매달아 놓면 된다. 하루이상 배양할 경우에는 매일 한 번씩 저어 준다. 최근 연구에 의하면 온수퇴비는 발병 초기의 흰가루병등 곰팡이성 질병을 제어하는데 도움을 주는 것으로 알려졌다. 사용방법은 발병이 시작되면, 많이 감염된 잎을 제거한 후 작물에 흠뻑 뿌려준다. 살포시간은 아침에 작물이 축축할때 한다. 3~4일 간격으로 반복처리 한다. 몇번에 걸쳐 옮겨내 사용할 수 있으며 건더기는 밭에 사용하면 된다.

균을 억제하는 유용한 세균과 곰팡이들이 고온에서 생존능력이 떨어지기 때문으로 해석하고 있다.

### IV. 온수퇴비의 제조 및 활용

온수퇴비는 농가에서 완숙퇴비를 활용하여 간단히 만들어 사용할 수 있는 중요한 살포제중의 하나로 다양한 효과를 볼 수 있는 장점이 있다. 완전히 부숙된 퇴비속에는 생장을 촉진하거나, 병원균을 억제하는 물질, 비료를 가용화시키는 물질들이 다량 함유되어 있다.

만드는 방법은 개인에 따라 방법이 다르나 따뜻한 물(45℃시 내외)로 퇴비를 물로 옮겨 내어 잎이나 토양에 살포하면 된다 - 반드시 온수를 사용해야만 하는 것은 아니다. 주요한 효과로는 뿌리발육의 촉진과 병해충의 예방 및 생육촉진 등을 들 수 있다. 비료성분으로서의 가치는 그다지 크다고 볼 수 없다. 퇴비의 주요비료성분은 1%이하로 물에 옮겨 내면 성분은 더 낮아진다고 볼 수 있다.

온수퇴비는 반드시 완숙퇴비를 사용해야 효과를

볼 수 있다. 살포시 당밀, 해초추출물, 속새풀추출물등을 첨가하면 더욱 효과가 있다고 한다.

완숙퇴비를 시중에서 구하기란 좀처럼 쉽지 않다. 보통의 경우 시중에서 판매되는 퇴비는 고온숙성퇴비라고 보면 된다. 이런 퇴비를 구입해서 다시 발효시켜 주었다가 사용하는 방법도 가능하고, 주위의 재료를 이용하여 자가제조 퇴비를 만들어 두었다가 사용해도 된다. 누가 보아도 완숙 된다고 볼 수 있는 퇴비는 몽땅 토양에 사용하지 말고, 일정량은 남겨두어 수시로 온수퇴비를 만들어 사용하는 것은 유기농업에서 손쉽게 할 수 있는 안전한 살포제 제조방법이다.

## V. 퇴비와 지렁이

토양내 지렁이의 밀도는 건강한 토양의 지표로 여겨는 것이 일반적이다. 땅을 일구어내는 것으로는 그 어느 것보다 견줄 바 없다. 지렁이는 생의 전부를 (흙을) 섭취하고, 부수고, 소화시키고, 배설한다. 지렁이가 년간 먹고 배설하는 흙의 양은 1,200평당 15톤에 달한다고 한다. 지렁이 똥은 일반 흙보다 미생물과 양분이 더 풍부하고, 경작지에서 1,200평당 8톤에 달하기도 한다. 땅을 개간하고, 공기를 유통시키고, 흙을 부드럽게 하며, 표토로부터 양분을 이동시켜 주는 등의 기여도는 잘 알려진 것이다. 찰스 다윈이 지렁이를 '지구의 내장'이라고 격찬한데는 이러한 연유에서 비롯된다. 지렁이는 통기성이 좋아야 하나 과습은 좋지 않다. 몇종의 지렁이는 산성토양에 내성이 있으나, 대부분의 지렁이는 적절히 칼슘을 공급해주어야 하며, 중성 토양이 적합하다. 또한 지렁이는 대부분의 농약에 민감하고, 염류가 높은 비료에도 민감하게 반응한다.

발효가 잘된 퇴비에는 흔히 지렁이가 다수 서식하게 된다. 퇴비화에 지렁이를 이용할 수도 있다. 비료 성분이 많으면 질산중독증에 걸리기도 하기 때문에 약간 발효시킨 축분을 활용하기도 한다. 음식물찌꺼

기등을 이용 할때도 발효를 시켜준 후 먹이로 공급하여야 한다. 지렁이 똥은 상토에 사용할 수 있으며, 토양개량을 위해 사용되기도 한다. 토양을 개량하기 위해서 지렁이를 키워 토양에 접종시키기도 한다.

## VI. 축분액비와 청초액비

축분은 환경농업에서 비료원으로 가장 보편적인 자재중의 하나이다. 각각의 축분은 성질을 달리함으로써 각각을 따로 만들 수도 있다. 계분의 경우 인산이 풍부한 비료로 보고 주로 꽃과 열매에 작용하고 우분은 주로 잎, 줄기, 뿌리발육에 유효하며, 돈분은 가리가 풍부하여 뿌리에 유효하다고 보는 견해도 있다. 액비용으로는 우분을 가장 좋은 재료로 보는데 이는 먹이가 소화되기까지 10일이상 내장속에서 미생물에 의해 발효가 되기 때문으로 본다. 따라서 상당부분이 발효되어 있는 상태인 것이다.

유기농업에서는 항생제나 약품을 사용하지 않은 사료를 먹는 우분을 액비재료로 활용할 수 있다고 한다. 통속에 오염되지 않는 물(깨끗한 계곡수, 빗물, 지하수)과 축분을 10 : 1의 비율로 섞어주고 1-2주 발효시키면 된다. 이러한 농도는 직접 관주나 살포가 가능한 농도이며, 퇴비의 부숙축진을 위해서도 이용할 수 있다.

우리나라에서도 다양한 청초를 활용하여 액비를 제조하고 활용하고 있는데, 각종 풀에 물을 10배로 첨가하고 수주일간 발효를 시킨다. 액비의 발효는 혐기발효가 주로 됨으로 하루에 1번씩 저어주는 것이 공기가 공급되어 악취를 줄일 수 있다. 발효축진을 위해서 혐기성 균인 유산균, 광합성균을 접종하거나 완숙퇴비 등을 섞어주면 발효가 촉진된다. 또는 액비통 표면에 피트모스, 볏짚 등으로 덮어주어 냄새를 흡수하게 하기도 한다.

액비 품질을 높이기 위해 염분을 빼 미역, 다시마를 첨가해주기도 한다. 우리나라에서는 설탕, 당밀 등을 첨가하여 발효시키는 것이 일반적이다. ㉓