

◀ 주제 4 ▶

토양미생물과 비옥도 증진¹⁾

이 상 규
(한국유기농업협회 기술이사)

1. 서 언

고등식물은 지구 위의 땅속에 뿌리를 깊이 뻗어 작물이 필요로 하는 수분이나 영양분을 빨아들여 성장과 생육을 계속하게 된다. 식물이 지속적으로 양분의 흡수 이용을 잘 하면서 지금의 환경이 그 작물의 생육에 알맞는 조건이 된다면 작물은 잘 자라게 되며 수확물은 정상적으로 많이 얻을 수 있고 따라서 기대하는 좋은 품질의 재배가 가능하게 될 것이다.

이와 같이 흙 중에는 생명을 가진 것으로 식물의 뿌리뿐만이 아니다. 같이 흙 중에는 세균, 방선균, 사상균(곰팡이) 등과 같이 육안으로 볼 수 없는 식물성 미생물과 사람의 눈으로 볼 수 있는 미생물인 쉼벌레, 윤충, 프라나리아와 같은 원생동물이 있는가 하면 딱장벌레, 쥐 며누리와 같은 소 동물 등이 함께 살고 있다. 그리하여 이와 같은 생물들은 작물의 뿌리가 자라는데 많은 영향을 미친다.

흔히들 『흙은 살아 있다』라는 말을 많이 하고 있는데 살아 있는 흙을 만들기 위해서는 잘 부숙된 퇴비와 같은 유기물의 시용이 필요하다. 그리고 좋은 퇴비를 적

1) 본 원고는 한국유기농업학회가 주최하여 1999년 12월 10일 개최예정인 99년 하반기 심포지엄 원고임.

당량 시용 하여 비옥한 같이 흙을 만드는 것과 동시에 작물의 건강을 증진시켜 질 좋은 품질의 작물을 많이 얻을 수 있게 한다. 반대로 불량한 퇴비와 유기질 비료 등의 시용은 작물재배 환경을 나쁘게 할뿐만 아니고 심어진 작물이 병해충에 이겨 내는 힘을 잃게 하며 심하면 우리 인간의 건강을 해치기까지 한다.

작물재배지 토양에서 퇴비와 같은 유기물의 효과를 높이기 위해서는 토양미생물의 활동을 좋게 해야 하는데 이를 위해서는 토양의 물리성, 화학성 및 생물성 등을 좋게 하여 같이 흙을 가꾸는 지혜가 필요하다.

2. 같이 흙 중의 생물들

같이 흙 중에는 <표 1>에서 보여주는 것과 같이 식물성 미생물을 포함해서 지렁이, 선충, 톱톡이, 쥐며느리 등 많은 종류와 수의 동물성미생물이 함께 살아가고 있다. 지구상의 미생물의 종류와 수는 대단히 많아 여기서는 상세히 설명하기 어려워 간단히 설명하기로 한다.

<표 1> 같이 흙 중의 미생물 수*

(1990년 농업과학기술원)

미생물의 종류	같이흙 1그램당 수(개)
세균	38,000,000
방선균	2,900,000
협기성세균	3,200,000
사상균 (곰팡이)	702,000
이끼류	560
원생동물	79 마리

*경기도 안성군 답전윤환 시험 포장의 평균 미생물 수.

일반적으로 흔히 우리가 말하는 미생물이라면 제일 하등식물로써 세균, 사상균(곰팡이) 그리고 방선균을 들 수 있다. 그 중에는 우리가 농작물을 재배하고 있는 같이 흙과 뿌리주위(근권) 흙에는 대단히 유익한 미생물이 살고 있는 한편 반대로 해로운 미생물도 많이 살고 있다. 우리가 농사를 지을 때 특히 유익한 미생물이라고 중요시하고 있는 미생물은 그 번식을 촉진시켜 수와 종류를 많게 하여 작물을 건강하게 자라게 하고 또 좋은 품질의 작물을 많이 얻기 위하여 없어서는 안 될 대단히 중요한 부분이다.

3. 근권미생물이 하는 일

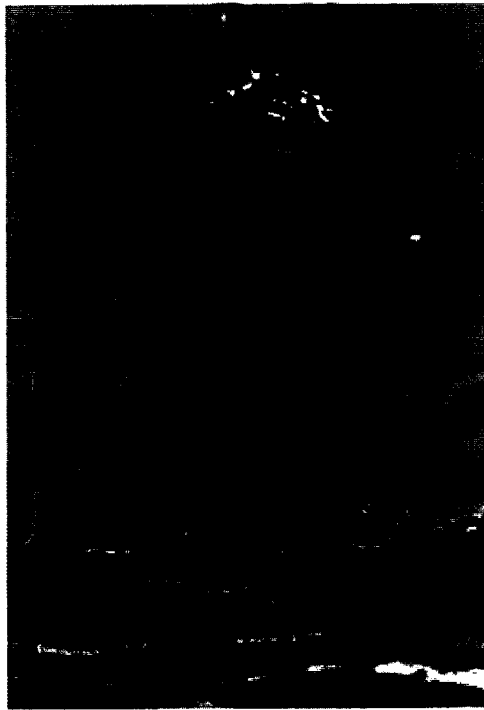
〈그림 1〉에서 보여주는 것과 같이 작물의 뿌리와 뿌리털은 땅위의 줄기와 잎의 기능과 비교하여 하나도 부족함이 없이 작물의 생육을 도운다. 식물의 뿌리는 같이 흙 중에 깊게 뻗어 흙 알갱이와 알갱이 사이를 메우고 흙 중의 여러 가지 영양분을 빨아 들여 줄기와 잎에 공급하여 작물이 자라는데 큰 역할을 담당하고 있다. 뿌리 주위에는 아주 가늘고 짧은 뿌리털(根毛)이 총총이 나 있으며 이 뿌리털의 표면에는 많은 종류와 수의 미생물(근권 미생물)이 모여 살고 있다. 이와 같이 뿌리 주위에 사는 미생물은 뿌리가 분비하는 여러 가지 유기 영양원과 무기성분을 공급받아 뿌리와 함께 생활한다(共生 혹은 協生關係). 그리고 미생물은 체내에서 분비하는 아미노산, 핵산, 유기산, 비타민류, 그리고 생장조절물질 등을 식물에 공급하여 작물의 생육에 도움을 준다.



〈그림 1〉 작물의 어린뿌리와 뿌리털 표면에 부착되어 있는 뿌리주위 세균

흙 속의 뿌리털 주위에서 생활하는 미생물은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 시간이 경과함에 따라서 새로운 뿌리털이 나고 또 늙어 죽음을 계속하는 동안 뿌리의 분비물질이 계속하여 미생물의 번식과 생장에 큰 영향을 미치게 된다. 만약 이와 같은 뿌리 주위 미생물들이 많이 번식하여 작물에 유익한 물질을 공급한다면 그 작물은 좋은 영향을 받아 건전한 생육을 계속하여 품질이 좋은 작물을 다수확 할 수 있을 것이다. 이와 같은 유용미생물들은 작물의 생육에 없어서는 안 될 중요한 아미노산, 핵산, 비타민, 그 외 생장조절 호르몬 등을 분비하고 작물은 이 물질들을 유효한 물질로써 직접 혹은 간접적으로 흡수 이용하며 작물이 정상적으로 자라는데 도움을 준다. 미생물이 분비하는 분비물질은 작물의 다수확은 말 할 것도 없고 수확물의 품질향상, 향기, 맛 그리고 저장성을 높이며 작물 자체가 높은 영양소를 가질 수 있도록 하는데 크게 도움을 준다.

그리고 뿌리 주위 많은 종류의 미생물들은 뿌리 외부로부터 침입하는 미생물을 침입하지 못 하도록 미리 막아서 작물의 병해에 이겨내는 힘을 기르는데 큰 역할을 한다.



〈그림 2〉 작물의 뿌리에서 새로운 뿌리털의 생육과 노화된 뿌리털의 탈락

같이 흙 속의 미생물이 병해미생물의 생육을 억제하든가 혹은 생육을 못하도록 죽이게 되는데 이 작용을 우리는 길항작용(拮抗作用)이라 하고 이 작용을 하는 미생물을 길항미생물(拮抗微生物)이라 한다. 토양미생물이 길항작용을 나타내는대는 다음과 같이 다섯 가지 형태로 나눌 수 있다.

첫째, 외부에서 침입한 미생물 몸체에 토양미생물이 들어가서 조직을 파괴하여 병해미생물이 생육하지 못 하도록 하는 방법으로 주로 파아지와 프테로비브리옴이 하는 작용중의 한가지이다.

둘째, 외부에서 침입한 미생물을 아메바와 같이 미생물 몸 전체를 둘러싸서 녹혀 버리는 경우를 들 수 있다.

셋째, 세균과 곰팡이의 몸을 방선균의 균사가 감아서 침입균의 몸체를 꼼짝하지 못 하도록 묶어 두었다가 점차 몸 전체를 녹혀 버리는 용균 작용이 있다

넷째, 토양미생물은 몸체에서 다른 미생물이 자라지 못 하도록 생육억제 물질을 분비하여 생육을 억제하던가 혹은 사멸시키는 물질을 분비하는데 이 물질을 항생물질이라 한다.

다섯째, 침입균의 주위에 침입균이 먹고 살아야 하는 영양물질을 모두 없애 버려 미생물을 아사상태로 만드는 작용 등이 있다.

4. 유기물과 토양미생물

작물을 재배하는 같이 흙 중에 유기물원이 될 만한 재료로써는 식물성재료와 동물성재료의 두 가지를 들 수 있으며 때로는 이 두 가지 재료를 혼합하고 부숙 시켜 퇴비 혹은 유기질비료로써 사용된다.

유기물이 같이 흙 속에 들어가게 되면 흙 속에 있는 분해미생물중 유기물을 분해하여 생활하는 유기영양미생물의 수와 종류가 급작스레 증가되며 유기물은 단번에 분해작용을 받게 된다. 그런데 미생물에 의해 분해작용을 받게 되는 유기물은 유기물 속에 들어 있는 질소와 유기탄소의 비율(탄질비 : C/N ratio)에 따라서 그 분해의 늦고 빠름이 달라지게 된다. 즉 탄질비가 70 이상이 되는 볏짚과 20 이하가 되는 동물질 유기물 즉 가축분뇨는 분해의 속도가 서로 다르다. 탄질비가 높은 볏짚의 분해속도는 훨씬 느린 반면 탄질비가 낮은 가축분뇨는 대단히 빠르다.



〈그림 3〉 퇴비 부숙시 퇴비층위별 균체(표층의 흰부분이 균체)

그런데 유기물중의 질을 가름하는 탄질비는 재료의 종류에 따라 서로 달라서 미생물에 의한 분해속도도 모두 다르다. 토양미생물에 의하여 유기물의 분해 과정 중에 분비되는 물질의 성질도 작물에 유익한 것이 있는 반면 유해한 것도 있다. 벚짚을 구성하고 있는 유기물 중 제일 먼저 분해를 받게 되는 것은 물에 녹아 나올 수 있는 당류와 단백질류이며 그 다음은 셀룰로스(섬유소), 헤미셀룰로스이고 리그닌과 왁스, 수지, 납 등의 유기물은 분해되기가 대단히 어려워 맨 나중에 분해되는데 이것들은 결국 같이 흙 중의 부식원으로 남게 된다. 셀룰로스와 헤미셀룰로스는 먼저 곰팡이의 분해작용을 받아서 연결고리가 2 내지 3개의 간단한 유기물로 변화된다. 그 다음은 세균의 분해작용을 받아서 간단한 당류의 모양으로 변화되며 분해가 더욱 진행되면 결국은 분해된 일부의 탄소는 미생물체를 만드는데 쓰이고 그 나머지는 탄산가스와 물로 변화된다. 미생물의 분해작용에 대단한 저항력을 가진 리그닌과 납, 수지 등의 물질 등은 같이 흙 중에 남아 색깔이 흑색 내지 차갈색으로 변화되며 소위 부식물질로 변화되어 같이 흙의 비옥도를 높이는데 대단히 중요한 역할을 하게 된다.

이와 같은 분해작용은 토양미생물이 분비하는 효소에 의하여 일어난다. 상식적으

로 잘 알려진 완숙퇴비라는 것은 유기물의 잔사와 미생물체와를 중심으로한 혼합물 질로써 이루어진 것이다. 여기서 벚짚이나 가축분이 부속된 구비라고 하는 유기물이 완숙되는 과정을 토양미생물의 종류와 미생물의 성장과정을 잠깐 살펴보기로 하자.

벚짚과 같은 퇴비재료를 차곡차곡 쌓아 올릴 때 맨 바깥쪽에 가까운 곳은 공기의 유통이 대단히 좋아 산소를 좋아하는 호기성세균, 방선균, 곰팡이 등이 비교적 많이 살고 있다. 그러나 퇴비의 부속이 진전됨에 따라서 퇴비의 안쪽에는 바깥쪽 보다 공기가 희박하여 산소의 유통이 나빠 미생물은 산소가 없어도 생활 가능한 혐기성미생물의 생육이 활발하게 된다.

퇴비의 퇴적 과정 중 바깥쪽인 표층의 산소가 풍부한 호기성인 곳에서는 유기물의 분해 초기작물 병원성미생물의 일종인 푸사리움 균과 해충의 일종인 이화명충 애 벌레 등은 퇴비의 분해열이 점차 높아짐에 따라서 수가 점차 적어지고 결국은 병원균과 해충의 애 벌레와 알 등은 죽게 된다. 이 현상은 먹이로 될 수 있는 기질의 결핍, 분비물, 분해산물의 축적, 잡균과의 길항작용 등의 관계에 의하여 생육억제작용을 받아서 일어나는 현상이다.

이와 같이 호기성균과 혐기성균의 생육이 계속하여 반복되는 동안 작물의 생육에 대단히 큰 영향을 줄 수 있는 물질인 아미노산, 핵산, 유기산, 비타민, 생장조절 호르몬과 수많은 종류의 무기영양원이 방출되고 또 퇴비내에 축적된다. 때로는 작물생육에 해를 입히는 유해균의 생육이 우세하여 유독물질이 분비되고 축적되는 경우도 있는데 이들 독성물질들은 이물질들을 이용하는 미생물이 증식되어 서서히 분해되어 없어진다.

퇴비를 만들 때 비바람을 그냥 맞는 상태에서 부속이 진전되는 경우가 흔히 있는데 이 경우는 부속 과정 중에 생성되는 주요 성분들이 빗물에 씻겨 내려가 퇴비의 효과를 들 나타나게 하는 경우가 종종있다. 그러므로 퇴비 퇴적 후는 반드시 비닐로 쌓아 두던가 아니면 지붕이 있는 퇴비사에서 퇴적하여 완숙퇴비를 만드는 것이

가장 이상적이라 할 수 있다.

퇴비의 부숙 정도는 바깥과 안쪽의 분해정도가 상당히 다르므로 층위에 따라 미생물의 수와 종류도 대단히 상이하다. 퇴비의 안쪽은 부숙열이 50-70℃의 높은 온도가 상당히 오랜 기간 계속된다. 이와 같은 온도 조건일 때 퇴비중의 병해충 혹은 해충의 알을 사멸시킬 수가 있는데 2 주 내지 3 주 간격으로 뒤집기를 해주고 수분을 보충하여 주면 온도가 다시 올라 퇴비중의 병원균은 퇴비부숙균에 의하여 억압되고 작물에 위해성을 들어 내지 못하게 될 수도 있다. 퇴비가 『완숙되었다』는 말은 이상과 같은 상태에 도달되었을 때 부를 수 있을 것 같다.

이와 같이 완숙된 퇴비를 토양에 시용 하면 토양미생물이 분비한 점질물질이나 균사체 등의 작용에 의하여 같이 흙의 알갱이는 때 알 구조를 이루게 되어 물 빠짐성이나 공기의 흐름을 좋게 하는 동시에 양분을 간직하는 힘을 높여 주는 등의 토양 물리성을 좋게 한다. 또한 같이 흙 중의 때 알 구조의 발달로 토양 완충능과 염기치환용량을 커지게 하는 잇 점을 얻으므로써 같이 흙의 화학성을 아주 좋게 할 수 있는 계기가 된다.

5. 미생물은 식물이 밤에 자라는 것을 도운다

지금까지 식물은 뿌리로부터 영양분과 수분을 흡수하고 잎 속의 잎과랑이를 통하여 광 에너지를 받아 광합성을 행하여 생육을 계속할 수 있다는 것을 경험하여 왔다. 그런데 밤에 광합성을 할 수 없는 환경조건 하에서는 뿌리 주위를 통하여 유기물질의 일종인 아미노산과 핵산의 흡수를 계속한다. 만약 같이 흙 중에 이와 같은 유기 영양원이 충분히 있다면 밤에 햇빛을 받지 못하는 시간에도 생장을 계속하여 무기질 비료만을 시용 한 작물에 비하여 더욱 잘 자랄 수 있다는 것을 많은 실험을

통하여 증명되었다. 그러므로 좋은 퇴비를 같이 흙에 사용하는 것은 토양미생물의 증식을 도우며 이 작용에 의하여 여러 가지 유효성분을 분비하게 되고 이 분비된 유효성분은 직접 혹은 간접으로 식물뿌리에 흡수되어 작물의 생육에 좋은 영향을 미치게 한다. 한편 화학비료만 같이 흙 중에 시용하고 유기물을 시용 하지 않고 작물재배를 계속하게 되면 토양중의 유기물 함량은 점점 줄어들고 따라서 토양미생물의 종류와 수도 함께 점차 줄어든다. 그렇게 되면 먼저 항에서 이미 여러 번 설명한 바 있지 만은 토양중의 유효미생물이 분비하는 아미노산, 핵산, 생장조절물질 등과 같은 식물생육에 절대적으로 필요한 유효성분이 줄어든다. 이렇게 되면 같이 흙은 딱딱해 지고 많은 량의 염분이 축적되어 농도장해와 pH 변화 등이 일어나 식물은 뿌리 썩음이 나빠지고 양분흡수가 안 되어 결국에는 작물을 정상적으로 재배할 수 없는 불량한 농경지로 변화되고 말 것이다.

6. 작물의 생육에 미치는 미생물의 역할

퇴비는 토양의 유기물원으로써 해 아릴 수 없을 만큼 많은 효과를 가지고 있다. 지금까지 다수확을 얻기 위하여 눈을 뜨게 되면 무기비료의 효용을 논하자 않으면 안 되지만 무기비료의 효과만으로 안 되는 것이 다수확의 체험이다.

1) 착과(着果)와 과일비대(肥大)에 효과가 있다

퇴비의 시용으로 미생물에서 분비된 아미노산과 핵산 등이 활발히 흡수되어 착과 효율을 높이고 과일의 비대에 한 가지 역할을 한다는 것은 근래 연구결과에 의하여 알려진 사실이다. 이 사실을 이해하기 위해서는 다소간의 전문적인 시식이 필요하

지 만은 이해를 돕기 위하여 간략히 보다 상세하게 기술 코져 한다.

식물이 영양생장기(營養生長期)에 들어서게 되면 점점 무기영양소를 흡수하여 성장을 계속하게 된다. 이 시기가 지나서 꽃눈맺기(花芽形成), 착과, 그리고 과일 비대에 들어서게 되는데 이 시기를 생식생장기(生殖生長期)라 한다.

식물이 생식생장기에 들어 서게되면 급작스레 대사계의 변화가 생기게 되는데 아미노산과 핵산대사계가 변동된다는 것을 알 수 있다. 아미노산으로는 프로린(Proline)이, 핵산으로는 우라실(Uracil)과 싸이토신(Cytosine)이라는 유기염기류의 요구 성이 높아진다는 것이 연구결과 확인되었다. 이와 같은 아미노산과 핵산물질을 토양에 시용 혹은 엽면산포 하면은 착과율이 높아지고 과실비대가 현저히 좋아진다.

단도직입적으로 말하면 퇴비 중에는 과일을 크게 하고 맛과 색깔을 좋게 하는 효용을 가진 물질이 있는데 이것은 퇴비중의 각 종 미생물이 분비한 핵산과 아미노산의 효과 때문이다.

2) 과일의 착색(着色)과 맛의 향상(向上)효과

지금 까지 설명한 것과 마찬가지로 아미노산과 핵산이라는 단어를 다시 사용해야 할 것 같다. 동물과 식물 같이 지구상에 생명을 가진 모든 생물은 모두 아미노산과 핵산으로 이루어져 있다. 물론 토양중의 미생물들은 모두 핵산 및 아미노산과 같은 물질로 몸을 구성하는 조직체를 만들고 있다. 이와 같이 아미노산이 수 만개에서 수 백만개 단위로 모여 단백질을 구성하고 또 핵산은 우라실, 싸이토신 등의 염기류와 당, 인산 등이 서로 연결되어 고분자 핵산으로 되고 동식물의 생명을 유지하게 된다.

이와 같이 아미노산은 맛의 바탕이 되는 구르타민산과 같은 것이고 핵산은 색깔을 내는 가장 잘 알려진 인노싌이라는 유기물질이 있다. 이 두 종류의 아미노산과

핵산은 우리의 식탁 위 음식물 재료의 맛깔과 색깔을 내는 중요한 요소이다.

같이 흙 중에 퇴비를 시용 하게 되면 토양미생물이 급작스레 증가하게 되고 맛과 직접 관계가 있는 아미노산과 색깔을 내게 하는 제일 중요한 핵산을 다량 분비하여 작물의 뿌리에 공급하게 된다. 그러므로 과일의 맛과 색깔을 좋게 내기 위해서는 잘 부숙된 완숙퇴비를 시용 함으로써 이를 수 있다는 것을 직접 보여주는 좋은 예 라고 할 수 있다.

〈표 2〉 프로린과 우라실의 채소에 대한 시용 효과

(코바야시 씨)

처 리	과 일 수			과일의 무게		
	토마토	가 지	피 만	토마토	가 지	피 만
대조구(유안단용)	4개	9개	11개	46.3g	252g	130g
프 로 린	5	9	17	64.7	279	118
우 라 실	10	11	16	60.9	279	167
우라실 + 프로린	15	9	20	257	341	1980

이와 가장 관계가 깊은 과일으로써는 감, 감귤, 자두, 토마토 등의 카로 친계 색소를 많이 가진 과일류 등을 들 수 있다.

3) 저장성과 비타민 함량을 높인다

화학비료만으로 농작물을 재배하면은 수확물의 보존기간이 현저히 짧아지는데 감귤의 한 예를 들면서 설명하고 져 한다. 감귤을 사경재배하여 수확한 것을 온실에 보관하여 두면 화학비료만을 시용 한 것은 2월 상순에 40%가 썩어 버리며 나머지 부분은 2월 중순이후에 대부분이 썩어 버리는 시험결과를 얻었다. 그러나 양질의 퇴비를 과일의 비대 기간 중 7월, 8월, 9월에 나누어 분시하여 밀감을 수확하였다. 그 결과 다음해 4 월까지 지나도 한 개의 밀감도 썩은 것은 없었다. 밀감을 한창

먹는 겨울 기간중 한 개의 밀감도 썩지 안 했으며 그 맛이 수확시와 거의 비슷하였다. 이 실험결과 양질의 퇴비가 밀감나무의 생육을 좋게 하고 착과 기와 과일 비대기에 퇴비로부터 과일형성에 없어서는 안 될 중요한 영양분과 각종의 성장조절물질을 충분하게 공급한데 원인이 있는 것으로 밝혀졌다. 양질의 퇴비 시용 효과에 대한 시험성적은 여러 가지 작물을 대상으로 시험한 성적이 대단히 많다. 다음은 토마토를 예들들어 비타민 함량에 대한 양질의 퇴비 시용 효과에 대한 시험 결과를 소개 코져한다.

토마토를 모래 혹은 같이 흙으로 채워진 시험 구에 양질의 퇴비를 넣은 시험 구와 대조 구로써 화학비료만 시용 한 구를 두어 비교 시험한 결과는 다음 <표 3>과 같다. 표에서 보여주는 것과 같이 양질의 퇴비를 시용 한 구에서는 대조 구에 비하여 11-33%의 비타민 함량이 증가된 결과를 보였다.

<표 3> 토마도의 비타민 함량에 영향을 미치는 양질 퇴비의 시용효과

(코바야시 씨)

처 리	비타민 B1	비타민 C
모래재배 대조구	0.09(100)mg	25.8(100)mg
처리구	0.12(133)	28.6(111)
같이흙재배 대조구	0.16(100)	30.2(100)
처리구	0.18(112)	32.6(108)

실제 실험에 사용된 모래 중에는 유기물이 전혀 들어 있지 안했으나 같이 흙 중에는 상당히 많은 량의 유기물이 들어 있었으며 토양미생물 수는 화학비료만을 시용 한 모래와 같이 흙을 시용 한 구에 비교하면 같이 흙을 시용 한 구에서 약 50배 이상 많았다. 특히 양질의 퇴비를 시용 한 구에서는 방선균 수가 많았으며 전체 균수에 비하여 월등히 많은 결과를 보여 다른 균과의 경쟁적인면에서도 우수한 수치를 보였다. 그리하여 이 양자를 비교하면은 비타민 B1의 함유량은 양질의 퇴비 시

용 구에서 2 배정도 많은 결과를 보였다. 영양이 많은 건전한 작물을 재배하기 위해서는 어떠한 간에 좋은 퇴비를 만들어 알맞는 시기에 시용 하는 것이 반드시 필요하다고 시험결과는 보여주고 있다.

4) 이상기후에 대처하는 힘을 길러준다

근래에 와서 세계 각국의 기후는 예측을 하지 못하도록 변동이 심하여 늦서리, 냉해, 갑자기 쏟아지는 국지적인 우박, 가뭄과 추위 등의 이상기후가 해마다 전국에 일어나 적지 않게 농작물 피해를 입히고 있다. 이와 같은 이상기후 발생 시 평소 때부터 좋은 퇴비 혹은 양질의 유기질비료를 꾸준히 시용 한 농민은 이상기후에 대한 피해를 상당한 수준에서 경감하는 예를 종종 볼 수 있다. 퇴비와 유기질비료 시용으로 토양의 물리 화학성이 좋아진다는 것은 앞에서 이미 설명한 바 있으며 퇴비와 유기질비료 시용은 이 뿐만 아니고 아미노산과 핵산 같은 식물뿌리에 유효한 효과를 가진 토양미생물의 분비물질을 식물의 뿌리에 시용 하게 되면 뿌리의 생장은 화학비료만을 시용 한 것에 비하여 약 3배 이상 좋게 되며 영양분을 충분히 흡수하게 된다.

<표 4>에서 보여주는 시험결과는 오이의 어린 묘를 모래재배하고 이것을 8℃되는 온실에 넣었다가 다시 22℃의 온실에 넣는 것을 여러 번 반복하여 인공적으로 오이의 재배환경을 아주 나쁘게 만들었을 때 오이가 어떻게 피해를 받는가를 시험하였다. 처리에서 화학비료만 시용 한 구와 유기비료 구는 광합성세균, 아조토박테리아와 근류균의 균체를 시용 한 구를 두었다.

이상과 같은 처리 구를 만들어 어린 오이가 어떻게 자라는가를 조사 한 결과 여러분들은 표에서 나타낸 시험성과 같이 유기물의 시용 효과가 나쁜 환경에 대처하는 어떠한 효과가 있었는가를 단번에 알 수 있을 것이다

〈표 4〉 오이 유식물에 미치는 각종 균체의 시용효과

처 리	신선중(g)	경엽중(g)	근 중(g)
화 학 비 료 단 용	1.58	1.28	0.30
광 합 성 세 균	3.20	2.23	0.97
아 조 트 박 테 리 아	2.93	1.99	0.95
근 류 균	3.08	2.15	0.93

밤과 낮의 온도 급변, 늦서리의 해(害), 화학비료의 과잉 시용에의 한 농도장해의 크기, 또 시설원예작물에 일어나는 온도조절 불균형 등의 불량환경이 언제 일어날는지 전혀 예측을 못하는 경우에 양질의 좋은 퇴비의 필요성이 강조된다

7. 화학비료 과용과 토양미생물의 운명

화학비료를 토양에 과잉으로 많이 사용 하면은 토양미생물의 작용을 통하여 토양의 화학성과 물리성 및 그 이외의 토양성질에 많은 영향을 미친다.

암모니아성 질소비료를 예를 들어 설명하기로 하자. 유안과 요소 등의 질소질 비료는 토양에 사용 하면은 대체로 논과 밭 토양은 모두 토양입자의 표면에는 음전기를 띄우고 있는데 암모니아 이온은 토양의 음전하와 결합하여 논 토양과 같이 물이 고여 있더라도 물에 씻겨 흘러 내려가지 않고 비료의 유실은 일어나지 않는다. 이와 같은 경우 벼의 뿌리가 뺏어 나오게 되면 이 암모니아태 질소는 벼에 흡수되어 벼의 자람에 효과를 보이게 된다.

그런데 밭 토양의 경우는 논 토양과는 달리 토양의 자체가 호기성상태로 되어있으므로 질산화성균의 생육과 활성이 상당히 활발하게 일어나고 있다.

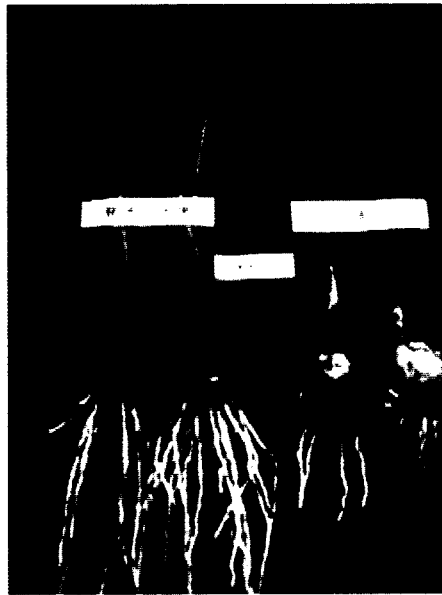
밭 토양에 사용된 암모니아태 질소는 이들 질산화성균에 의하여 일단 질산이 생

성 된 후 작물이 흡수하게 된다. 그러나 질산태 질소는 음이온을 띄우고 있으므로 토양 입자에 붙어 있지 못하고 관개 수 혹은 빗물에 의하여 흘러 내려 비료의 유실을 가져올 뿐만 아니고 심하면 환경오염의 원인이 되기도 한다. 또한 질산태 질소는 인간과 동물의 생리와 생화학적인 작용의 결과가 사람의 건강과도 밀접한 관계가 있어 근년에 와서 문제시하고 있다.

같이 흙 중에 있는 질산태 질소를 흡수한 목초를 소가 먹게 되면 첫 번째 위 속에 있는 세균에 의하여 질산은 아질산으로 환원되고 이 아질산은 위장을 통하여 소의 혈액 안으로 옮겨 가게 된다. 이렇게 된 질산은 결국 소의 젖에 옮겨가 농축되어 이 젖을 먹은 송아지 혹은 어린이가 연탄가스 중독현상과 유사한 질산중독을 일으키게 된다.

그리고 하우스 재배 시 같이 흙 중의 질산은 아산화 질소 가스로 변화되어 공기 중으로 희산되며 이 희산된 가스는 하우스 내에 응축되어 있는 물방울에 녹아 아질산으로 된 물방울이 어린 푸른 잎에 떨어지면 푸른 잎은 누렇게 변화되어 낙엽이 되고 아질산 장애현상을 일으키게 된다. 토마토, 감귤, 복숭아 등의 과일 중에 아질산이 축적하게 되면 이것을 통조림으로 만들어진 경우 통조림 내에서 질산이 녹아져 나와 인체에 심각한 해를 입히게 된 예가 보고된바 있다. 토양 중 질소의 질산화작용을 억제하기 위해서는 양질의 좋은 퇴비를 사용 해야 만 막을 수 있다. 질산화작용을 억제하기 하여 시판되고 있는 질산화성억제제를 사용 하면은 사용량을 지키지 않을 경우 오히려 해 작용을 일으킬 우려가 있어 주의를 요한다. 질산화성균은 유기물을 좋아하지 않는 성질이 있으므로 퇴비와 같은 유기물 사용만으로도 질산화성균의 생육을 억제하여 질산의 생성을 막을 수 있는 좋은 방법이 될 수도 있다. 그리고 콩과 작물의 근류균은 질소비료를 사용하게 되면 공기중의 질소를 고정하지 않고 편안히 같이 흙 중에 있는 화학비료 만 먹고 놀아 비료의 효용을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 콩의 품질마저 나쁘게 하는 원인이 된다. 또한 고추의 뿌리 주위

에 있는 균근균들은 녹기 어려운 인산물질을 고추가 흡수 이용하기 좋게 만들어 식물에 공급하는데 너무 많은 화학성분이 같이 흡 중에 남아 있게 되면 같이 흡은 높은 알칼리성을 띄우게 되므로 이 균근균은 생육 저해작용을 받아 인산 가용화 능을 잃게 되는 경우도 있다. 농민 여러분 『흡은 살아 있다』는 개념을 살려서 토양미생물의 먹이가 되는 좋은 퇴비를 토양에 시용 하여 언제나 살아 있는 같이 흡이 되도록 가꾸어 주기 바란다.



〈그림 4〉 화학비료과용으로 인한 같이흡의 염분집적과 글라디올라스의 생육억제