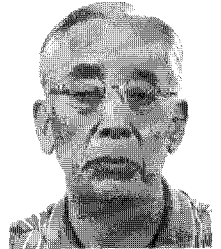


친환경농업의 실천을 위한 토양 근권미생물의 거동과 뿌리의 활성화



선 병 문 소장
농용미생물연구소(본회 통일회원)

1. 뿌리의 활동과 근권미생물

가. 뿌리의 구조와 생장

1) 뿌리의 생장과 근모

식물의 뿌리는 끝에 있는 근관부의 생장점이 세포분열을 하면서 뻗어나간다. 근관부는 한마디로 송곳 끝이라고 볼 수 있고 그 뒤로 눈으로 보기 힘들만큼 섬세한 솜털같이 생긴 잔털 뿌리가 양분을 흡수한다. 따라서 이 섬세한 털뿌리는 쉴 새 없이 새로 생기고 묵은 것은 놓아 사라지고 만다. 적당한 습기의 토양조건에는 뿌리의 표면적 1cm²에 수만 본이나 되고 한 포기 식물뿌리엔 수백억 개를 지니고 있다.

2) 뿌리의 생장범위

비옥하고 잘 갈아서 일구어 놓은 밭의 경우 밀이나 보리의 뿌리는 지하 1m 이상 도달하고, 옥수수 같은 것은 2m, 사과수의 경우 직경 20m 범위에 깊이는 12m에도 달한다.

나. 양분흡수와 근권미생물

1) 미생물에 의한 양분흡수의 양상

앞에서 말한 뿌리의 생장에 직접 영향을 받는 부분을 “근권”이라고 구분하고 있는데, 비근권 토양보다 월등히 미생물 수가 많다. 특히 식물생장에 빠질 수 없는 질소의 역할을 하는 미생물 종류나 수량이 월등히 많다.

어떤 종류의 미생물은 인돌초산(종적 성장), 지베레린(확대 성장), 사이토키닌(횡적 성장) 같은 식물생장 호르몬, 항생물질 같은 것도 근권에서 생산하고 있다. 나아가서 식물 자신은 분해 흡수하지 못하는 토양 중의 인산화합물이나 가용화나 철, 망간 따위 미량원소의 유효화 하는 등 근권미생물은 간여하는 바가 절대적이다. 눈으로 볼 수 없는 방대한 수의 근권미생물이 고등 식물 생장에 기여하고 있음을 우리는 소홀히 하고 있다고 할까?

다. 뿌리의 활력과 근권미생물

1) 미생물에 의한 뿌리의 주변 근권의 발달

식물의 뿌리는 무기질비료(화학비료)와 유기질비료 중 어느 것을 좋아할까? 알아보기 쉬운 간단한 방법으로 속이 들여다보이는 유리포트에 반반 나누어 한쪽은 화학비료, 한쪽은 유기질비료를 넣고 그 중간에 옥수수종자를 심어두고 관찰해 보면 뿌리는 온통 유기질비료 쪽으로만 쏠려있게 되는 것을 볼 수 있다. 물론 유기질비료 쪽에 근권미생물이 월등히 많은 것은 말할 나위 없다. 이것들이 배설해내는 것에는 끈적끈적한 점액질 물질이 많아 미세한 흠 알갱이들이 서로 엉기게 되고 알갱이는 커져서 이른바 떼알 구조로 되어간다. 따라서 발 흠은 푸설푸설하여 식물의 뿌리가 잘 뻗게 되고 물 빠짐, 물 지님 성질이 개선되는 이른 토양의 향상으로 이어지게 된다. 이른바 친환경 농업이 이루어지는 기초기반이 형성되어 간다.

2) 미생물의 에너지(활력)와 뿌리의 활력

미생물환경이 양호한 토양은 노지에 비해 2℃가 높다. 이는 작물의 생육에 커다란 영향을 주게 된다. 미생물이 번식할 때 열에너지를 방출하고 이것이 흠에 축적되기 때문이다. 흠알 구조 토양보다 떼알 구조 토양이 훨씬 높다.

3) 토양미생물의 먹이

토양 미생물의 먹이는 주로 유기질로서 보충된 성분의 각종원소와 이를 즐겨 모여드는 각종 미생물의 죽은 시체 등 주로 생명이 다한 사물 잔재물이고 결코 살아있는 어떤 생명체에도 직접 섭취, 탈취 등을 하지 않는다. 오히려 토양 속에 흠어져 있는 양분들을 식물로 건네주는 심부름꾼으로 일한다.

라. 토양 병원균의 종류와 생태

1) 근원미생물로서의 토양 병원균

지금까지 말한바와 같이 고등식물인 농작물은 토양에 정착해 그 토양으로 깊숙이 뿌리를 뻗혀 수분이나 영양소를 흡수해 성장해 가고 있다. 그 근권에는 비병원성의 유익한 미생물이 존재하면서 뿌리를 지켜 유해한 작용을 하는 병원성의 미생물이나 소동물의 번식도 하기도 할 때가 있다. 같은 작물을 연작한다든가 환경변화가 있다든지 하면 유해한 작용을 하는 경우가 생긴다. 사상균 세균, 바이러스, 소동물로서는 기생성의 선충을 들 수가 있다. 근권에서 식물의 뿌리와 공생관계를 갖고 있는 미생물은 뿌리의 활동을 저해하는 독소를 결코 분비하지 않지만 뿌리에 유해한 해를 끼치는 미생물 뿌리표면을 용해시키는 효소 물질을 뱉어내는 뿌리 속으로 침입해 독소를 분비해 뿌리에 장해를 준다. 심한 경우에는 뿌리의 세포조직을 파괴 괴사시키고 만다. 또 기생성 선충은 침을 가지고 있어 그것을 뿌리표면에 꽂아 구멍을 뚫고 들어가서 식물병원균을 침입케 하여 감염을 일으켜 식물체를 병들게 하는데 한 몫을 하게 된다.

- ① 유해한 병원성균이나 기생성 선충이 얼마나 활성이 있느냐에 따라 증식되고 있다.
- ② 그 근권 범위 내에 병원성 생물에 길항(대항)하는 미생물이나 소동물(상식적으로 유익한 생물이라고 불려지고 있다)이 증식력을 갖고 있다.
- ③ 고등식물인 농작물의 건강상태가 크게 좌우한다.

2) 토양병해의 걸모습

- ① 유조직병 : 토양중에 위치한 줄기, 뿌리 그 밖의 연한 조직에 침입한 병원균에 의해 괴사(짓무름)를 일으키는 것들(입고병, 근

부병).

- ② 도관병 : 뿌리의 표면을 녹여 침입한 병원균이 도관(물관)에 들어가 도관이 혈어 막혀서 수분, 양분의 상승으로 흡수능력 감퇴로 지상부가 시들어 간다.
- ③ 비대병 : 감염조직의 세포가 이상분열 성장하여 이른바 흑이 생기는 병으로 절대 기상균(살아있는 조직에만 생기는) 뿌리혹 병이다.

3) 병의 종류와 병원균의 종류

토양병의 원인균으로 사상균이 가장 많고 십자화과의 뿌리혹병, 각종 역병균, 묘입고병균, 배문우병균, 자주빛문우병균, 감자더덩이병균, 도마도시들음병균, 오이덩쿨쫄김균, 가지과의 반신시들음병균, 토양전염성세균으로 오는 병균은 가지과, 풋시들음병균, 각종 작물의 염부병균으로 장미의 근두암중병이 가장 중요하다. 식물 바이러스병으로는 오이녹반모자이크병, 담배모아이크병, 완두콩줄기깃무름, 메론얼룩점박이병이 연구되고 있다.

4) 병원균의 생태

- ① 병원균의 일생과 수명 : 1~2년에서 5~6년이나 긴 시간을 토양 속에서 생존해 있는 경우도 있어 다양하다. 어떤 것은 15년이나 살아 있기도 하다. 이들 병원균을 완전 박멸한다는 것은 매우 어렵다.
- ② 병원균의 강력한 내구력, 이에 맞서는 식물체의 저항력, 면역력으로 버틴다.

마. 감염, 발병의 억제

- ① 미생물 상호간의 작용 : ㉗ 억제의 구조, 구성 ㉘ 특이한 길항작용 ㉙ 일반적 길항작용
- ② 균근균의 병해저항력 : ㉚ 균근병해억제 ㉛

균근균에 의한 병균의 침입 저지

- ③ 근류균의 병해저항력
- ④ 간섭작용
- ⑤ 알레로파시

바. 연작장해 억압기술의 구체적 예

- ① 물의 담수처리
- ② 열처리(태양열, 증기열)
- ③ 유기물이용
- ④ 길항미생물의 이용(길항 미생물자재의 개발, 길항미생물의 효과, 이용방법)

2. 근권미생물과 유기물 이용

가. 유기물이 미생물에 미치는 영향

유기물은 토양에 사용하면 유기영양미생물을 중심으로 해서 번식해 그 유기물을 분해시킨다. 미생물 중에는 점질물을 분비하는 것이 있어 토양입자가 떼알로 뭉쳐서 흙을 부풀게 한다. 공기유통을 좋게 하고 또 보수력이나 보비력을 높여서 토양의 화학적 성질을 개선해 주고 뿌리 썩음을 좋게 한다. 지금까지는 유기물을 사용함으로써 이런 점이 개선되는 것에만 머물러 있던 것이 보다 더 구체적인 여러 분야에서 주목을 끌게 되었다.

- ① 미숙유기물의 위험성 : 가스, 화학성분의 급변, 토양미생물상의 교란, 유해사상균의 폭증 세균과, 사상균(B/F값) 방선균과 사상균(A/F값)의 비율이 수백분의 1인 정상상태가 수만분의 1로 저하되고 있음을 보고하고, 이는 곧 병해균의 활동이 왕성해지는 환경으로 변화되어 가고 있다는 말이 된다.

② 발효계분과 건조계분의 차이 : 지금까지 연구보고를 살펴보면 유기물의 효과를 살펴보는 실험을 계분을 갖고 해보자.

㉓ 생계분, ㉔ 건계분, ㉕ 발효계분의 세 가지로 모두가 유기질비료인 것이 틀림없다. 그러나 이것은 엄청난 상이점이 있다. 각각의 알갱이라고 할 수 있는 미생물상을 살펴보면 전혀 달라져 있는 것을 놓치고 있고 이것이 유기물의 효과 차이를 잘못 알고 있는 것을 알 수 있다. 그냥 계분이라고 다 같이 말할 수 있지만 닭의 몸에서 배설되어 나온 후 얼마간의 기간이 지났는지, 수분이 30% 전후가 되기까지 어떤 조건에 놓여 있었느냐에 따라 미생물상의 내용이 달라져 있는 것이다. 혹시 고온(계분속의 미생물 내열성 포자 따위를 포함해서 사멸되어 버리는 100℃ 이상 10분간 이상을 경과했을 경우) 건조한 것이라면 대부분의 미생물은 사멸되어 버렸다. 그와 같은 고온건조계분을 토양에 사용했을 때 어떤 미생물작용이 일어날까? 사용한 토양 중에서 계분 속에 남아있는 미생물 중 가장 증식속도가 빠른 것부터 건조계분을 독점되어 거기에서 급속분해가 되기 때문에 암모니아의 발생과 그 축적장해가 일어날 수도 있다. 그러나 전술한 바와 같이 발효 완숙된 계분은 쉽게 분해되는 유기물은 이미 미생물들이 습취 흡수해서 보관하고 있어 이를 사용할 경우 지국이 은근하게 각종 영양분이 용출되어져 식물성자아에 과부족 함이 없어 순조롭게 진행해 갈 것이다.

나. 퇴비 만들기(선택) 요령

① 좋은 퇴비란 어떤 것인가?

㉖ 미숙퇴비 : 분해 용이한 성분이 아직 많이 남아있고, 미생물은 사상균이 주체로 토양

에 사용할 경우 유해균의 우점증식의 우려가 높고 가스의 위험도 크다.

㉗ 증숙퇴비 : 분해용이한 성분이 아직 남아있고, 미생물은 사상균과 방선균의 길항적인 상태에 있고, 유익한 방선균이 불어나 있지만 토양에 유해균이 우점상태라면 역시 그 증식으로 위험할 수도 있다. 토양에 사용된 길항미생물의 첨가, 다양한 유익균의 활발한 활동환경이 조성되어져 있다면 무난할 것으로 전망된다.

㉘ 완숙퇴비 : 쉽게 분해되는 성분은 모두 분해 숙성되었고 미생물상은 안정되어 있지만 활성은 떨어져 있는 상태이다.

② 어느 단계의 퇴비가 꼬집어 결론하기에는 여러 상황에 따라 다르지만 미숙도, 완숙도, 불균형한 상태로 증숙이 다양한 역할 영향을 줄 수 있는 소질을 지닌 상태라고 할 수 있다.

다. 토양의 물리성, 화학성의 주영향을 주는 토양의 3가지 상태를

주로 논하지만 오늘날에는 여기에 더하여 토양의 미생물상을 강조하는 시점에 와 있고, 눈으로 볼 수 없는 미생물의 세계에 관심이 높은 틈을 이용 온갖 제제들이 대두되고, 방법, 수단이 다양해진 혼돈 속에서는 스스로 보다 넓고, 깊고, 확실한 이해와 판단이 있어야 할 때가 아닌가 한다. 이제 다음의 기회에는 구체적 선택, 실천의 기술적인 문제가 다루어지는 시간을 갖기로 약속하고 간행물을 통한 교육기회를 활용하기로 하자.

어느 단계의 퇴비가 꼬집어 결론 내리기에는 여러 상황에 따라 다르지만 미숙도, 완숙도, 불균형 상태로 증숙이 여러 가지 역할, 영향을 줄 수 있는 소질을 지니고 있다고 할 수 있다.

라. 병원균의 생태

- ① 후자리음균 : 토양전염성 병원사상균 중에서 가장 보편적인 것이 후자리음균에 의한 병해일 것이다. 그 병징은 ㉓ 위주형, ㉔ 위황형, ㉕ 근부형, ㉖ 건부형으로 나눌 수 있다.
- ② 리족토니아균 : 리족토니아균은 보작물, 목초, 화훼, 수목 따위에 기생하는 범위가 넓다. 그중 야채의 병징과 이름을 적어보면 작물의 종류에 따라 똑같은 리족토니아균의 감염일지라도 증세가 다른 경우가 많아 잘못 판단하기 쉽다. 그 이유는 다른 균종과 혼합감염의 경우가 많기 때문이다. 리족토니아균은 ㉗ 지상부의 경엽을 주로 침범해서 문고현상, 엽고현상, 거미집현상이 잘 나타난다. 지상형의 계통, ㉘ 지제부의 배축 잎자루 줄기를 부패현상을 일으켜 묘갈룩현상, 줄기 썩음, 싹 썩음, 포기 썩음, 밑동 썩음 증상을 일으키는 지표형의 계통, ㉙ 근부를 침해해서 검게 트거나 썩거나 뿌리 썩음의 증상을 나타내는 지하형으로 계

통을 나눌 수가 있다.

- ③ 창고병균(세균) : 토마토, 피망, 가지, 고추, 딸기, 무, 감자 등이 발병 작물이고 10~14℃ 특히 25~37℃에서 잘 발육한다. 토양에서 오래 살아남아 4~5년이 지나도 재발한다.
- ④ 뿌리혹병균 : 혹이 생기는 데는 다음 3가지가 알려져 있다.
 - ㉚ 과수, 묘목 같은 데서 흔히 볼 수 있는 지제부에 큰 혹이 형성된 것을 볼 수 있다.
 - ㉛ 배추, 양배추 등의 뿌리혹이 여러 가지 크기로 형성한 영양분의 대부분을 혹이 가져가 버리기 때문에 생장이 불량해진다. 십자화과 장물에만 주로 생긴다.
 - ㉜ 뿌리혹 선충이 여러 가지 야채작물의 뿌리에 기생 혹을 만든다. 위 2가지 혹과는 구별되게 염주같이 주렁주렁 이어져 생기고 이따금 제 큰 감자같이 큰 것도 생긴다. 좀처럼 방제가 어렵다. 수년에 걸쳐 꾸준하게 그리고 다양한 종류의 길항균, 다양한 방제수단을 시행해야 한다. ㉝

지속적인 자운영 재배로 논의 화학비료 줄이기

김 상 열

농촌진흥청 신소재개발과

녹비작물 자운영 재배면적 증가

자운영 결실기(5월말 종자 꼬투리가 검정색)

때 토양에 환원하여 지속적으로 버를 재배하는 기술은 자운영 입모 안정성이 높아 충분한 생초 생산이 가능하다. 따라서 화학비료를 추가로 주