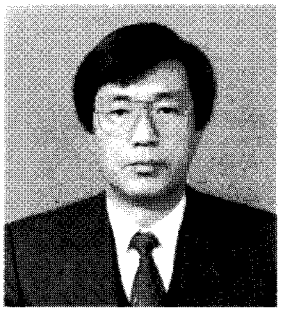
빠른 증식으로 수확기에 큰 피해

세균이 일으키는 토양병



박 창 석
경상대학교
농생물학과 교수

세균(Bacteria)은 사람이나 동물에 여러가지 병을 일으키는 미생물로 잘 알려져 있지만 식물에 있어서는 그렇지 않다. 우리가 잘 알고 있는 식물병들은 대부분 곰팡이(眞菌)에 의해서 발생하는 것이고 세균이 일으키는 식물병은 비교적 드문 편이다.

세균은 진균의 1/10~1/100 정도 밖에 안되는 작고 단순하고 원시적인 생물체이다. 병든 식물에서는 여러가지 종류의 세균들이 흔히 검출되지만 실제로 병의 원인이 되는 세균 종류들은 아주 적고 대부분 죽은 유기물을 먹고 사는 부생균들이다. 이로인해 상당한 경험을 가진 사람도 세균병을 잘못 진단하는 경우가 종종 있다.

식물에 병을 일으키는 세균에 대해서는 아직도 많은 부분이 밝혀지지 않은 채로 남아있으며 실용적으로 널리 활용할 수 있는 방제법도 아직 개발되지 않고있는 형편이다.

토양중에는 많은 종류의 세균들이 서식하고 있고 또한 식물의 지상부에 서식하던 세균들도 일단 작물이 죽으면 토양으로 유입되기 때문에 토양은 각종 세균들의 집합소라고도 할 수 있다.

이번호에서는 이러한 토양세균들 중에서 작물에 침입하여 병을 일으키는 세균들에 대해서 알아본다.

1. 작물에 병을 일으키는 토양세균의 특징

세균은 비록 미세하고 단순한 생물이지만 조건만 갖추어지면 짧은 시간에 엄청난 양으로 증식하기 때문에 일단 병이 발생하면 큰 피해를 주는 경우가 많다. 세균병은 일반적으로 온도가 높고 습기가 많은 지역에서 많이 발생하는데 우리나라의 여름철 기후나 비닐하우스의 재배조건은 세균병이 발생하기에 아주 적당한 환경이다. 그러나 세균의 종류에 따라서는 서늘한 시기에도 병을 일으키는 것도 있고 혹은 건조한 조건에서 발병하는 것도 있다.

식물에 병을 일으키는 세균은 곰팡이와 달리 휴면구조나 내구성 기관이 없기 때문에 기주가 없는 상태에서는 오랫동안 살아남지 못한다. 토양에 유입된 지상부 병원세균들은 자신들이 기생하던 기주의 조직이 분해되기 전까지만 생존할 수 있다. 따라서 토양에 오랫동안 살면서 작물에 병을 일으키는 세균들은 극히 한정되어 있다. 이들은 첫째 아주 많은 종류의 작물에 침입할 수 있고 여러종의 잡초뿌리에서 생존할 수 있는 것들이다. 또한 토양중에 있는 유기물을 이용하여 부생적으로 증식할 수 있는 능력이 큰 것 그리고 증식능력도 왕성해서 기주가 없는 불리한 환경에서도 밀도가 많이 줄어들지 않고 비교적 오랜 시간이 지나도 병을 일으킬 만한 수의 세균이 살아남는 것들이다.

상처 통해 침입, 빠른 속도로 증식

토양전염성 세균은 뿌리, 근두부 또는 지면에 닿는 줄기나 잎에 생긴 상처를 통하여 침입하고 일단 침입한 세균은 빠른 속도로 조직 속에서 증식한다. 토양 속에 있는 선충이나 곤충이 세균의 침입을 돕기도 하는데 특히 곤충은 세균을 옮겨 주고 월동장소가 되기 때문에 세균병 발생과 밀접한 관계가 있다. 토양중에는 직접 병을 일으키지는 않지만 뿌리 표면에서 서식하면서 작물의 생장을 방해하다가 기주가 병들거나 약해지면 합세하여 더욱더 병을 악화시키고 주변으로 병을 확대하는 세균들도 많다. 그러나 이러한 세균들은 병원균으로 취급하지 않고 있다.

토양 세균들은 주로 토양수분의 이동과 함께 전파되는데 전면관수를 하거나 많은 물을 한꺼번에 공급할 때는 물의 흐름에 따라 세균이 퍼져나가게 된다. 그러나 토양표면에 집

중적으로 많이 분포된 세균들은 농기계나 작업기구에 묻어서 전파된다. 일반적으로 토양미생물들은 토양표면에 가까운 층에 많이 서식하는데 특히 곰팡이들은 깊이 10~15㎝이내에 대부분 분포하고 있다. 그러나 무름병균이나 풋마름병균 같은 세균들은 30㎝ 깊이에서도 증식하고 그보다 훨씬 깊은 50㎝까지도 생존하기 때문에 세균을 완전히 없애기가 매우 어렵다.

세균에 의해서 일어나는 토양병은 곰팡이에 의한 토양병과 달리 파종직후나 유묘기에 발생하는 병은 별로 없고 작물이 왕성하게 생장하는 시기나 수확기에 이르러서 발생하는 것이 대부분이다. 토양전염성 세균병 중에서 우리나라에서 많이 발생하고 비교적 그 피해가 심한 것들은 다음과 같은 것들이 있다.

2. 세균성 무름병

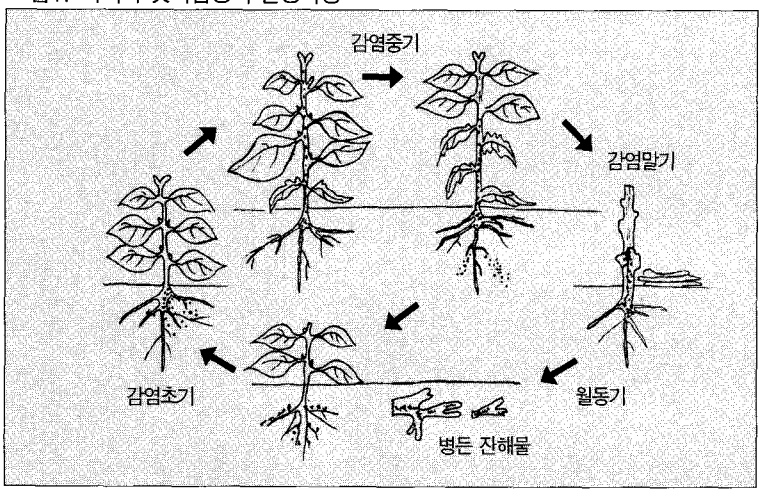
작물에는 균핵병균이나 잿빛곰팡이병균과 같은 곰팡이에 의해서도 무름병이 많이 일어나기 때문에 세균에 의해서 발생하는 무름병을 세균성 무름병이라고 한다. 무름병(軟腐病)은 물기가 많은 조직을 갖는 식물에는 어디나 발생하기 때문에 신선한 상태로 먹는 거의 모든 채소작물에 발생한다. 세균에 의해서 발생하는 무름병은 잎, 열매, 줄기 등 지상부로 침입하여 발생하는 것도 있지만 토양으로 부터 전염되어 지하경이나 뿌리, 저장조직 그리고 줄기로 진전되는 병이 더욱 피해가 크다. 세균에 감염된 조직은 물에 적신 것같은 작은 병반으로 시작해서 빠른 속도로 번지고 곧이어 물렁하게 썩으면서 냄새가 난다. 일단 세균감염으로 조직이 파괴되면 주변의 많은 부생균들이 합세하여 더욱 부패를 촉진시킨다.

사진1. 배추 세균성 무름병. 결구기의 배추에 생긴 상처를 통해 침입한다.

세균성 무름병은 작물이 자라고 있을 때 뿐만아니라 수확후 저장과 수송과정에서도 발병하여 상당히 큰 피해를 준다. 저장중에 발생하는 병은 대부분 재배포장에서 감염된 세균이 계속해서 증식하기 때문이다. 무름병균은 일반적으로 30℃근처의 높은 온도와 높은 습도조건에서 생육이 활발하지만 온도적응 범위가 아주 넓어서 5℃이상만 되어도 증식이 가능하며 높을 때는 37℃에서도 증식한다. 따라서 저장할 때 온도를 낮추는 것 보다는 습도를 감소시키는 것이 훨씬 효과적이다. 채소는 신선도를 유지하기 위하여 항상 수분을 공급하거나 식물 자체가 많은 수분을 가지고 있기 때문에 저장할 때는 온도를 더 낮추어 1℃ 가깝게 저장해야 하며 상처가 나지 않도록 세심한 주의가 필요하다.

무름병을 일으키는 세균은 각종채소작물과 구근류 그리고 감자 양파 같은 작물의 뿌리 뿐만아니라 아주 많은 잡초의 뿌리에서 생존할 수 있다. 따라서 무름병균은 옥수수나 밀 보리 같은 벼과작물을 여러해 동안 재배하지 않는한 윤작으로서는 좀처럼 그 밀도를 줄일 수 없다. 무름병은 고자리파리나 담배나방의 유충같은 토양해충에 의해서 전파되는 경우가 많은데 이들은 식물에 상처를 낼 뿐만아니라 월동처가 되기 때문에 이러한 곤충을 구제하는 것이 병을 방제하는 수단이 되기도 한다.

그림1. 가지과 풋마름병의 발병과정



질소비료 많이 주면 피해 크다

우리나라에서 발생하는 세균성 무름병 중에서 가장 피해가 심한 작물은 배추와 양배추이다. 배추는 결구가 시작되는 시기에 주로 감염이 일어나는데 이때쯤 되면 땅과 접촉하고 있는 부위가 배추의 무게에 눌리게 마련인데 여기에 토양표면에 있던 작은 모래알 등에 의해서 상처가 생기게 되고 그 상처로 토양중의 무름병균이 침입한다. 병에 걸린 배추는 밑둥부터 시작하여 속에서 썩어들어가다가 상당히 진전되면 잎끝부터 하얗게 말라죽기 때문에 이 병을 백부병(白腐病)이라고도 한다(사진 1).

이 병은 늦가을 비교적 온도가 높을 때 피해가 심하고 질소질 비료를 과다하게 주었을 때 피해가 심하다. 그 다음으로는 마늘, 양파, 감자, 당근, 무 같은 근채류와 글라디올러스, 튤립, 다알리아 같은 구근류에 많이 발생한다. 작물이 한창 왕성하게 생장하는 시기에 저장조직에 병원균이 침입하는데 이 때에 각종 토양해충이나 선충이 병을 매개하고 침입을 돕는 경우가 많다. 이러한 작물들은 무름병에 감염된 생산물을 잘 선별하여 제거하지 않으면 수확 후 수송과 저장과정에서 병이 계속 확산되어 큰 피해를 입게된다. 그밖에 양상치, 샐러리, 상추, 시금치 같은 연약한 채소들은 재배중에 잎의 기공이나 줄기에 난 작은 상처로 침입하기 때문에 관수할 때 토양이 튀어서 상처를 내지 않도록 특히 주의해야 한다. 이러한 채소들은 비교적 짧은 수송과정에서도 쉽게 병이 진전되어 포장용기 안에 있는 것들을 모두 못쓰게 되는 경우가 있는데 흔히 끈적끈적한 액체가 표면에 스며나오면서 썩는다. 이 병은 담배, 인삼, 유채, 해바라기 같은 특용작물에도 발생하는데 배수가 불량하거나 연작하였을 경우에는 큰 피해를 주기도 한다.

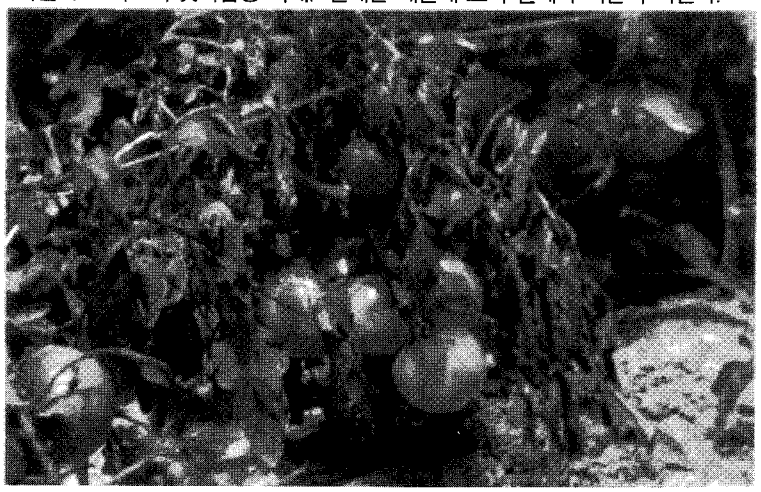
무름병은 앞에서 말한 바와 같이 기주범위가 넓고 토양에서 오랫동안 생존할 수 있기 때문에 방제하기가 아주 어렵다. 현재로서는 마땅한 약제가 개발되어 있지 않기 때문에 농약에 의한 방제는 기대하기가 어렵다. 다만 무병종묘를 선택하여 재배하고 전년도 발병된 토양에는 연작을 피해야 하며 병든 식물은 조기에 제거하여야 한다. 매개충을 구제하는 것이 좋은 방제법이며 저항성 품종을 재배하는 것이 바람직하다. 여름철 태양열소독이나 훈증소독 같은 적극적인 방제방법도 경우에 따라서는 도입할 필요가 있다.

3. 가지과 풋마름병(靑枯病)

풋마름병은 싱싱하던 식물이 갑자기 시들고 말라버린다는 뜻에서 붙여진 이름이다. 이 병원균은 가지, 토마토, 고추, 담배, 참깨, 감자 같은 가지과를 비롯하여 33과 100여종의 식물을 침입할 수 있는 세균으로 온도가 높고 습기가 많은 토양에서는 어디서나 발생한다.

무름병균이 유조직세포를 침해하는데 비하여 풋마름병균은 전적으로 물관을 침입하여 병을 일으킨다. 토양중에 풋마름병균이 일정한 밀도 이상으로 있을 때 감수성인 작물을

사진2. 토마토의 풋마름병 피해. 열매를 매단채 포기 전체가 시들어 버린다.



재배하게 되면 새 뿌리가 자라나오면서 생긴 틈이나 선충 또는 토양해충에 의한 상처를 통하여 뿌리 조직 속으로 침입하고 곧 물관으로 옮겨가서 급속도로 증식한다. 세균이 물관에서 빠른 속도로 증식하기 때문에 급속히 물관을 막아 아직 지상부에는 별다른 증상이 없었던 식물이 갑자기 시든다. 풋마름병에 걸린 식물의 줄기를 면도칼로 자라보면 물관부가 갈색으로 변해있고 손으로 누르면 우유빛 점액이 스며나온다. 또 자른 줄기를 소량의 물에 담그어 보면 물이 흐려지는 것이 곰팡이에 의한 시들음병과 다른 점이다. 물관에서 증식한 세균은 식물을 완전히 시들게 하고는 세포벽을 파괴하고 주변토양으로 확산되어 새로운 기주에 침입하여 병을 일으킨다(그림 1).

이 병균도 토양중에서 오랫동안 밀도를 유지할 수 있고 기주범위가 넓기 때문에 전형적인 토양서식균으로 분류된다. 풋마름병균은 병을 일으키는 기주식물 뿐만 아니라 많은 잡초의 뿌리에서 서식하며 식물의 잔해에서 부생적으로 증식할 수 있기 때문에 오랫동안 밀도를 유지해 나간다. 특기할 만한 것은 풋마름병균은 토양 깊이가 30㎝ 이상되는 심토에서도 생존할 수 있다는 것이다.

일반적으로 심토는 산소가 부족하고 영양물질이 적기 때문에 미생물이 서식하기에 적당치 않다. 그러나 한편으로는 심토는 표토에 비하여 수분함량도 많고 겨울철에도 얼지 않으며 다른 미생물이 많지 않기 때문에 이 병원균이 오랫동안 살아남을 수 있는 좋은 서식처가 된다. 따라서 풋마름병이 한번 발생하였던 토양은 수년동안 병을 일으킬 만큼의 병원균이 살아남아 있다.

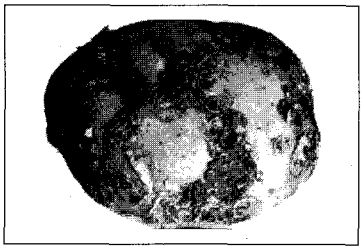
멀칭 재배로 발병시기 빨라져

우리나라에서 풋마름병에 의해서 가장 큰 피해를 입는 작물은 담배이다. 담배 경작자들은 이 병을 立枯病(선채로 말라 죽는다는 뜻)이라고 하는데 보통작물의 모잘록병을 입고병이라 하므로 다른 이름으로 세균성 마름병이라고도 한다. 이 병은 기온이 30℃ 이상 올라갈 때 피해가 심한데 멀칭재배가 일반화됨에 따라 토양온도가 상승하여 종전보다 병이 더 일찍 발병되고 있는 실정이다. 감염된 식물은 잎이 먼저 시들고 처지다가 나중에 누렇게 변하며 심하게 걸린 식물의 줄기는 검게 썩는다. 노지에서 재배하는 고추나 참깨, 토마토 등은 여름철 장마기에 배수가 불량한 토양에서 많이 발생하는데 한창 생육이 왕성할 때 열매를 매단채 포기 전체가 시들어 버린다(사진 2). 토마토나 담배와 같이 순지르기를 하는 작물에서는 작업하는 손에 병원균이 묻어서 전염하며 잎이나 순을 갉아먹는 해충에 의해서 옮겨지기도 한다. 딸기, 감자, 구근류와 같이 영양번식을 하는 작물은 오염된 종묘를 통해서 전염되며 칼이나 소도구에 세균이 묻어서 감염되기도 한다.

4. 암종병과 더뎅이병

그밖에 토양전염성 세균병으로는 거의 모든 과수작물에 발생하는 과수

사진3. 감자 더뎅이병. 다른 부생균의 침입을 불러 저장성과 상품성을 떨어뜨린다.



암종병과 감자 더뎅이병이 있다. 암종병균도 기주범위가 매우 넓고 토양중에 오랫동안 살아남을 수 있는 전형적인 토양 전염성 세균이다. 암종병은 과수의 묘목생산에 있어서 아주 중요한 병이며 일단 묘목에 감염된 식물은 본포로 이식한 후에도 계속 새로운 혹이 생겨나고 수세를 약하게 만들고 다른 병이나 해충 또는 한해, 습해, 동해 등에 대해 건전한 식물보다 훨씬 더 큰 피해를 받는다.

감자 더뎅이병은 주로 감자에 발생하지만 고구마, 사탕무 등에도 발생한다. 이 병은 감자의 수량에는 직접적인 영향을 미치지 않지만 표면이 거칠어져서 저장중 다른 부생균이 쉽게 침입하기 때문에 저장성이 떨어지고 상품성을 저하시키기 때문에 피해가 크다(사진 3). 더뎅이병균은 토양중에서 거의 무한정으로 부생생활을 할 수 있을 뿐만아니라 포자를 형성하여 증식한다. 중성 또는 알카리성 토양에, 습기가 많은 토양보다는 건조한 사질토양에서 많이 발생한다. 〈끝〉 농약정보

시장분석

일본 93농약년도 출하실적

금액 · 수량 미미한 증가

일본의 93농약년도(92년 10월~93년 9월)출하실적은 도열병 방제약제의 출하증가로 금액과 수량 모두에서 미미한 증가를 보인 것으로 나타났다. 최근 일본농약공업회가 집계한 93농약년도의 출하실적은 금액이 전년대비 1.5%증가한 3,905억엔, 수량이 3.3% 증가한 439,000톤.

금년 여름은 벼도열병의 전국적 발생으로 도열병 관련농약의 출하가 늘어 전체 출하실적에 영향을 미쳤다. 그러나 저온, 장마, 태풍 등의 영향을 받아 도열병 관련약제 이외는 저조하여 과수, 밭작물 분야의 농약출하는 금액, 수량 모두 감소했다.

93농약년도의 사용분야별 출하실적은 아래표와 같다. 금년의 농작물은 저온, 장마, 일조부족등 이상기상의 영향을 받아 농약출하에도 영향을 주었다. 특히 수도작에는 전국적인 도열병 발생으로 금년 8월 30일까지 도열병 경보, 주의보가 104건, 지역경보는 92건이나 발령됐다. 이 때문에 7월부터 도열병 관련농약의 출하가 늘어나 전체숫자도 금액 · 수량 모두에서 미미한 증가를 보였다.

1993 농약년도 출하실적

(단위:톤, kl, %, 금액 백만¥)

		수 량	전년비	금 액	전년비
수 도	살 충 제	59,925	92.0	29,999	104.2
	살 균 제	63,936	135.1	38,502	114.6
	살충살균제	55,057	108.0	26,367	109.9
	제 초 제	96,173	102.1	64,517	103.9
	소 계	275,091	106.8	159,385	107.4
과 수	살 충 제	16,223	103.0	29,660	97.4
	살 균 제	15,456	99.6	27,788	99.4
	살충살균제	117	95.9	179	94.2
	제 초 제	4,314	90.2	12,035	89.6
	소 계	36,110	99.9	69,662	96.7
채소, 밭작물	살 충 제	48,452	98.4	49,794	97.2
	살 균 제	26,512	99.8	37,823	98.3
	살충살균제	837	68.2	673	80.5
	제 초 제	17,339	93.7	19,779	94.7
	소 계	93,140	97.5	108,069	97.0
기 타		34,257	97.1	53,367	99.0
합 계		438,598	103.3	390,483	101.5