

유해 토양곰팡이 피시움

(上) 생태

이번 호부터는 여러가지 작물에 두루 발생하면서 비교적 큰 피해를 주는 토양병들에 대해서 그 병을 일으키는 병원균에 초점을 맞추어 설명한다.

병원균이라 하면 우선 그 이름부터가 생소한 학명(學名)이나 외래어로 된 것이어서 식물병을 전공하는 학자나 연구자들에게나 필요한 것으로 치부하고 있고 상당한 교육을 받은 독농가, 전문재배농가, 농업기술을 전수하는 지도자들 마저도 도외시하는 것이 보통이다. 지금까지 농민을 대상으로 하는 교육이나 농사와 관련된 서적에서는 병징에 따라 붙여진 병이름만 다루어왔기 때문에 같은 병원균에 의하여 발생하는 병이라 할지라도 병징이 다르거나 작물이 다르면 전혀 다른 병으로 생각할 수 밖에 없었다.

따라서 재배자들은 한가지 병원균에 의해서 일어나는 다양한 병들에 대해서 공통성을 인식할 수 없었고 농민 스스로가 폭넓게 병에 대처해 나갈수 있는 적극적인 사고를 제한해왔다고 할 수 있다.

이러한 관점에서 이 연재에서는 주요한 토양병원균의 특성을 실제 재배상에서 나타나는 현상들과 관련지어 설명함으로써 토양병원균에 대한 이해를 돕고자 하였다. 그 첫번째로서 작물이 재배되고 있는 토양에서는 어디서나 발생될 수 있고 그 피해가 상당히 큰데도 불구하고 소홀하게 취급되어온 피시움(Pythium)이라는 곰팡이가 일으키는 병에 대하여 알아보기로 한다.



박 창 석

경상대학교 농생물학과 교수

1. 피시움은 가장 흔한 토양병원균이다

피시움은 농작물이 재배되고 있는 토양이면 어느 곳에서나 발견되며 제곡의 산림이나 열대지방 그리고 거의 모든 온실에서 발생한다. 심지어는 수경재배하는 온실에서도 발생할 수 있는 병이 피시움에 의한 뿌리썩음병이다. 피시움균은 분해된 유기물을 이용하여 자라기 때문에

최초의 정착자로서는 경쟁력을 갖지 못하지만 각종 항생물질에 약하기 때문에 마땅한 기주가 재배되지 않았던 비경작지에는 밀도가 아주 낮다. 그러나 일단 정착되면 증식이 빠르기 때문에 급속히 밀도가 증가하고 기주식물이 죽더라도 죽은 조직에서 부생생활을 계속할수 있으므로 작물이 재배되었던 토양에는 많이 분포한다.

또한 난포자라고 하는 두꺼운 포자를 형성하여 건조한 토양이나 영양물질이 없는 토양에서도 오랫동안 살아남을 수 있다. 우리나라에는 조사자료가 없지만 미국의 농토중 90% 정도의 토양에서 피시움이 검출되었고 일본 북해도에서는 96%나 되었다. 피시움은 지표에서 가까운 3cm 이내의 토양에 주로 많이 분포하지만 수목이나 과수의 경우에는 이보다 좀더 깊은 10-15cm에서도 발견되며 심지어는 50cm 까지도 보고된 바 있다.

피시움이 침입하는 기주는 대단히

표1. 우리나라에 기록된 피시움에 의한 작물의 병(한국식물보호학회 1986)

병원균	기주	병명
<i>P. aphanidermatum</i>	팥, 강낭콩, 무, 시금치	잘록병, 솜씨음병
<i>P. aristosporum</i>	벼	모썩음병
<i>P. debaryanum</i>	콩, 담배, 오이, 참외	잘록병
<i>P. irregulare</i>	인삼	모잘록병
<i>P. spinosum</i>	고구마, 인삼, 양배추	흰썩음병, 모잘록병
<i>P. sylvaticum</i>	인삼	모잘록병
<i>P. ultimum</i>	배추, 고추, 인삼, 오이	잘록병
<i>P. zingiberum</i>	생강	뿌리썩음병
기타(미확정 종)	토마토, 수박, 양파, 가지 잔디*	모잘록병 면부병, 실부병, 마름병

*잔디에 대한 병조사는 한국잔디연구소의 연구보고 자료임.

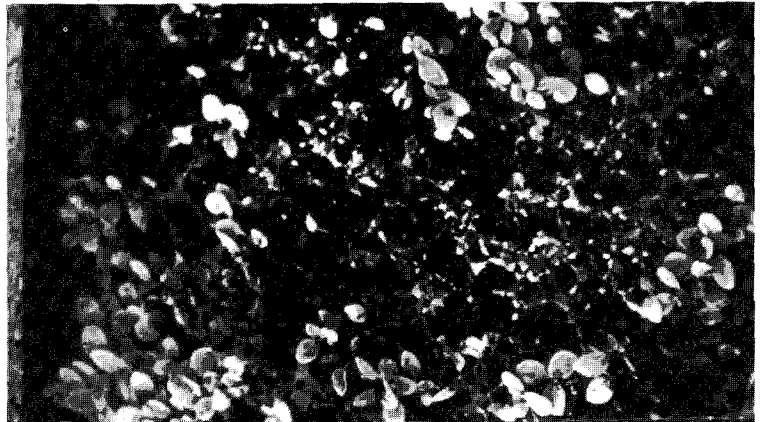
넓어서 거의 모든 농작물이라 해도 과언이 아니며 화훼작물, 관상식물, 과수나 수목에도 병을 일으킨다. 이 토록 피시움균은 많은 작물에 침입하여 병을 일으키는 능력과 함께 부생력도 갖추고 있기 때문에 한번 발생하면 쉽게 멸종시키기가 어렵다.

2. 주로 종자나 어린모를 침해한다

토양 표면 가까이에 많이 분포되어 있는 이 병균이 가장 많이 침입하는 것은 발아중인 종자이다. 기주가 없는 상태에서 자라던 균사가 우연히 접촉하여 감염되기도 하지만 종자가 발아할 때 분비되어 나오는 물질에 이끌리어 병원균의 유주자나 균사가 종자 주위로 모이게 되며 영양물질이 있는 방향으로 뻗어서 침입하게 된다. 종자가 발아할 때는 종피가 부풀어서 느슨해지기 때문에 이 조직을 직접 뚫고 종자내부로 침입하기도 하지만 발아할 때 생기는 틈이나 어린뿌리나 떡잎이 나오는 곳으로 침입한다. 피시움균은 흔히 섬유소나 펙틴질을 분해하는 효소를 내놓아 종자의 조직을 연화시키고 어린 싹을 파괴한다. 파괴된 기주의 세포액을 영양물질로 쓰기 때문에 병원균은 더욱 왕성하게 증식하게 된다. 종자가 발아하지 못하고 싹이 버리거나 발아는 하였어도 싹이 올라오지 못하고 죽는 것은 대부분 이 병때문이다. 이러한 증상을 통틀어 발아전 입고병이라 하기도 한다.

출아하여 떡잎이 전개된 이후부터는 피시움에 침해받는 기회가 훨씬

사진1. *Pythium* 균에 의한 피해



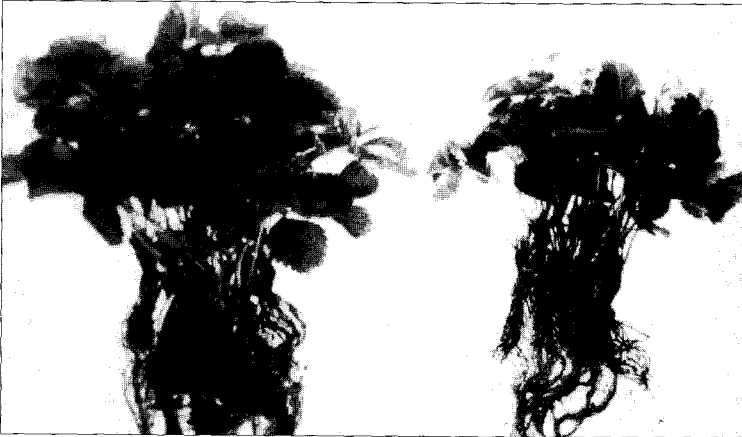
어린 줄기에 침입한 병원균은 매우 빠르게 진행되기 때문에 얼마 안가서 포기 전체가 넘어지고 말라죽게 된다.

적지만 물기가 많은 연약한 어린모의 조직은 어느 부위나 땅가에서 왕성하게 자라는 피시움균사에 의해 침해받을 수 있다. 대부분의 모종은 밀식하는 것이 보통이고 자주 물을 주기 때문에 과습하기 쉽다. 특히 배수가 불량하거나 유기물이 많은 묘상에서는 피시움의 피해를 받는 경우가 많다. 최초의 감염은 땅가 줄기에 약간 어두운 수침상 병반이 생긴다. 병원균이 일단 감염되면 매우 빠른 속도로 병이 진전되어 점점 커져서 조직이 죽고 얼마 안가서 모전체가 감염되어 죽게된다. 이 과정에서 감염된 부위는 아직 침해받지 않은 조직에 비하여 훨씬 가늘어 지고 연약해져서 그 윗부분을 지탱하기가 어려워진다. 결국 어린모는 쓰러지게 되는데 이러한 모양에서 유래되어 이 병을 질록병이라 한다. 어린모가 넘어진 후에도 병원균은 계속 번식하여 모를 시들게 하고 그 조직에서 부생적으로 계속 번식한다.

작물이 심겨진 깊이나 토양의 수분함량에 따라 다소 차이는 있으나 이 균은 땅 표면에서 약간 아래쪽의 줄기나 뿌리에 침입하기도 한다. 어린줄기나 뿌리조직에 침입한 균사는 곧 조직을 파괴시키고 그것을 영양분으로 이용하여 계속 증식한다. 이런 경우 줄기의 물관조직도 포함되기 때문에 수분상승을 막아 지상부가 시들게 된다. 그러나 다육성이고 어린줄기에 침입한 병원균은 매우 빠르게 진행되기 때문에 얼마 안가서 포기 전체가 넘어지고 말라죽게 된다(사진1). 그러나 작물의 발아력이 왕성하여 이미 출아하여 건전한 모로 성장하였을 경우에는 병원균이 지하부의 줄기를 침입하기가 매우 어려우며 침입한다 하더라도 줄기는 상당한 저항성을 나타내기 때문에 극히 제한적인 병반을 만들 뿐 포기 전체로 확대되지는 않는다.

다 자란 식물에 병원균이 침입하게 되면 대개는 작은 반점을 만드는

사진2. *Pythium* 균에 감염된 딸기(右)와 건전딸기의 생장비교



감염된 딸기는 전체적으로 보아 뿌리 생장이 훨씬 빈약하며 이에따라 지상부 생장량도 건전 포기와 크게 차이가 난다.

데 그친다. 그러나 다습한 조건이 지속되면 병반이 커져서 조직이 죽게되고 시들거나 생장이 억제되며 심지어는 포기전체가 죽기도 한다. 오이, 참외, 호박 같은 박과작물이나 강낭콩, 감자, 양배추와 같이 물기가 많은 저장조직을 가진 식물은 포장에서 감염된 병균이 저장중이나 수송과정에서 계속 증식하여 조직을 썩히기도 한다. 발병이 심하였던 포장에서 과일 끝 부위가 젖은 토양에 접촉되면 쉽게 감염이 일어난다. 실험실에서 오이 끝에 이 병균을 접종하였을 때 3일후에 오이 전체가 완전히 감염되었다. 이 경우 대개는 표면에 솜털 같은 균사가 생겨나고 속은 물이 많고 물렁해지며 계속해서 새로운 감염이 일어난다.

3. 피시움은 잔뿌리를 침해한다

거의 모든 작물에 있어서 새로 생기

는 잔뿌리는 언제든지 피시움에 감염될 소지가 있다. 대부분의 일년생 작물의 뿌리는 지표에서 아주 가까운 부위에 분포되어 있다. 특히 물과 양분을 흡수하는 가장 활력을 지닌 잔뿌리는 주로 지표 5cm 이내에 많다. 이 병균은 새로 생기는 뿌리의 끝으로 침입하여 어린 세포에서 증식하며 빠른 속도로 잔뿌리를 파괴시키고 죽인다. 그러나 그 이상 병균의 침입이 진전되어 뿌리를 썩게 하거나 물관을 파괴시켜 식물을 시들게 하는 경우는 아주 드물고 대개의 경우는 피층에 한정된다. 따라

서 작물을 수확할 때까지 밖으로 드러나는 뚜렷한 증상이 없는 것이 보통이다. 그러나 피시움에 감염된 식물과 감염되지 않은 식물과는 생장에 있어서 현저한 차이가 난다(사진 2). 사진 2에서 보는 바와같이 오른쪽에 있는 피시움에 감염된 딸기는 전체적으로 보아 뿌리 생장이 훨씬 빈약하며 이에 따라 지상부의 생장량도 왼쪽의 건전한 포기에 비하여 크게 차이가 난다. 이같이 피시움은 뚜렷한 병증이 없으면서 작물의 생장을 방해하는 대표적인 유해 토양미생물이다. 이러한 유해토양미생물을 제거하였을 때 작물생장이 촉진되는 것은 많은 연구결과에 의해서 밝혀졌는데 토양 혼중이나 태양열소독에 의한 생육촉진 효과가 바로 이것이다(표 2).

4. 습기가 많은 토양을 좋아한다

피시움은 기주범위가 넓고 부생력이 뛰어나기 때문에 어느 토양에서나 발견되지만 정작 작물에 피해를 주는 것은 배수가 불량하거나 과습한 조건에서만 일어난다. 부생력과 증식력이 큰 병원균은 상대적으로 기주를 침해하는 능력이 적기 때문에

표2. 유해토양미생물 억제에 의한 농작물의 수량증대 (Hardy 등 1984)

처 리	작물의 수확량 (kg/ha)			
	감 자	증가율	가 지	증가율
태양열소독	25.160	134.8	448.0	156.3
토양혼중처리	24.280	130.1	425.6	148.4
길항균처리	23.482	125.8	314.2	109.6
무 처 리	18.660	-	286.6	-

그림1. 온도 변화에 따른 몇가지 피시움 종의 균사 성장속도 (이순구 1985)

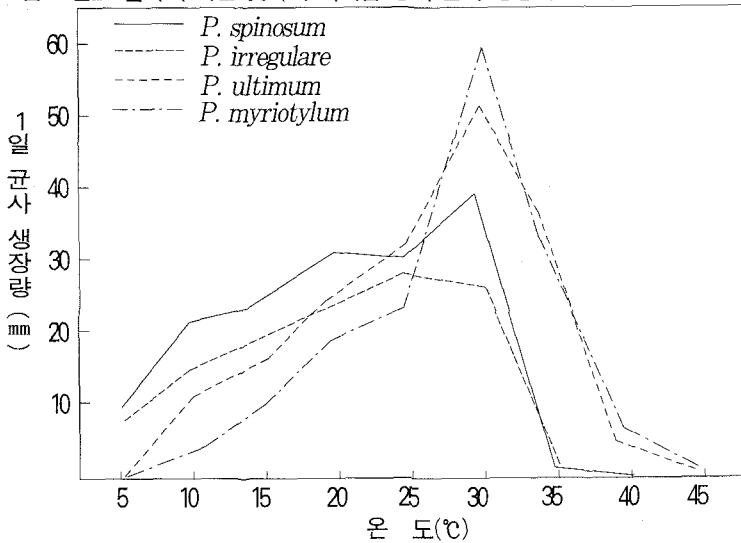


표3. 온도 변화에 따른 피시움균의 기주에 대한 병원성 차이(渡邊 등 1979)

병원균	온도	토마토		시금치		강낭콩	
		출현율	이병률	출현율	이병률	출현율	이병률
<i>P. ultimum</i> 저온성균	17	15	33	35	14	73.3	72.7
	26	15	0	75	6.7	100.0	0
<i>P. myriotylum</i> 고온성균	17	50	0	66	0	86	0
	26	5	23	0	-	86	53
대조구	17	50	0	60	0	86	0
	26	80	0	60	0	100	0

병원균이 증식하기에 아주 좋은 조건이 되지 않으면 기주에 병을 일으키지 못한다. 과습상태가 되면 작물은 조직이 약화되고 저항력이 떨어지는 반면에 뿌리에서 분비되는 영양물질의 양이 증가되기 때문에 병원균에 유리하게 되고 수분이 많아지면 병원균의 유주자 형성과 활동이 증대되기 때문에 필연적으로 병발생이 늘어날 수밖에 없다.

곰팡이에 의해서 발생하는 토양병은 주로 산성 토양에서 피해가 더 심한데 비해 피시움은 중성이나 약산성인 토양에서 활발하게 증식한다. 유기물을 많이 처리한 토양에는 이균이 필요로하는 영양분이 많아서 증식에 유리하지만 유기물에는 여러가지 길항미생물이 함께 존재하고 있기 때문에 항생물질에 약한 피시움균은 억제 받는 것이 보통이다.

일반적으로 피시움은 저온에서 잘 자라는 것으로 알려져 있으나 종에 따라서 고온에서 활발하게 증식하는 것도 있으며 온도의 변화에 따라서 균사의 성장속도가 크게 차이가 있다(그림 1).

그림 1에서와 같이 대부분의 피시움균은 25°C에서 부터 30°C사이에서 가장 균사 생장이 좋다. 그러나 일반적으로 고온에서는 작물의 생장이 왕성하기 때문에 피시움의 피해를 받지 않고 취약한 어린모 시기를 지날 수 있으나 온도가 낮을 때에는 생장이 느리기 때문에 이 균에 피해를 받을 기회가 많아진다. 따라서 대부분의 작물이 저온에서 피해를 많이 받는다. 그러나 고온성 피시움균은 저온에서는 활성이 낮으므로 저온에서는 거의 병이 일어나지 않고 저온에서 생장이 유리한 작물을 고온에서 재배하였을 때 피해를 받게 된다.

질소질 비료를 과다하게 주면 일반적으로 토양병의 발생이 심해지는데 피시움의 경우도 마찬가지이다. 그러나 질소비료가 병원균에 활력을 주는 것보다는 영양의 불균형으로 작물의 생장이 연약해져서 저항력이 저하되기 때문이다. 같은 작물을 연속적으로 재배하면 당연히 피시움의 밀도가 증가하여 피해가 커지는 것으로 알고 있으나 흥미로운 것은 더 계속해서 같은 작물을 재배하면 피시움을 억제하는 길항균의 밀도가 증가하여 피시움의 성장을 억제한다는 것을 실험적으로 증명한 보고가 발표되고 있다. <계속> **농약정보**