

## 우리나라 생강 뿌리썩음병의 연구현황과 향후과제

김 충 회\*

농업과학기술원 작물보호부 식물병리과

## Review of Researches on Rhizome Rot of Ginger and Future Tasks for Its Management in Korea

Choong-Hoe Kim\*

Plant Pathology Division, Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

(Received on May 10, 2004)

Rhizome rot of ginger, caused by *Pythium myriotylum*, a major limiting factor for its production, has occurred annually, but become severe, especially in hot and humid years with frequent rainfalls in Korea. Most studies on rhizome rot have been carried out since 1980s in the National Institute of Agricultural Sciences and Technology, Honam Crop Experimental Station and Choongnam Provincial Rural Development Administration. Many aspects of rhizome rot, such as survey of the disease incidence, taxonomy, pathogenicity and physiology of pathogen, and ecology of soilborne inocula have been studied in the researches. However, intensive studies have been concentrated on management technologies of the disease including seed-rhizome disinfection, soil sterilization, evaluation of cultivar resistance, and fungicide application, and most developed technologies have been used in commercial farmings. In future, development of resistant varieties and simple soil disinfection technologies applicable in Korean condition and economically feasible fungicide application technology have to be developed for better management.

**Keywords :** Ginger, Korea, Management, *Pythium myriotylum*, Rhizome rot.

우리나라 생강의 재배면적은 2001년 현재 1,926 ha에 달하며 대부분이 충남 서산, 태안 및 전북 완주 지역에서 재배되고 있다(농림통계연보, 2002). 생강은 10a당 소득이 260여 만원에 이르는 환금 작물로 이 지역 농가의 주요 소득원으로 자리잡고 있다. 생강에는 모두 12종의 병해(진균 8, 세균 3, 바이러스 1)가 기록되어 있으며(한국식물병리학회, 1998), 이 중에서 가장 피해가 큰 병해는 *Pythium myriotylum*(유사종 : *P. zingiberum*)에 의한 뿌리썩음병(근경부패병)으로 해마다 발생하여 큰 피해를 주고 있어 생강 생산의 가장 큰 제한 요인이 되고 있다(농촌진흥청, 1998).

여기에서는 생강재배에서 문제가 되고 있는 뿌리썩음병의 국내 연구현황을 분석하고 이 병의 효과적인 관리

를 위한 당면 문제점을 도출하여 향후 연구방향을 제시해 보고자 한다.

## 분야별 연구현황

**발생상황.** 우리나라에서 생강을 처음 재배한 시기를 보면 고려사(현종 9년, 1018년)에 그 기록이 있으며 서산 생강은 1930년부터 재배하였다고 전해지고 있다. 이와 함께 뿌리썩음병의 발생도 오래전부터 시작되었으리라고 추측은 되지만 최근의 기록은 1977년 전북농촌진흥원(현 전북농업기술원)에서 이 지역의 뿌리썩음병(근경부패병) 발생에 의해 최대 28%까지 피해를 입었으며 타작물과의 윤작년수가 길수록 발병이 줄었다는 보고에서 찾을 수 있다(박 등). 그러나 병원균을 명시하지 않아 이 병이 *Pythium* 균에 의한 뿌리썩음병인지는 확실하지가 않다. *Pythium* 균에 의한 뿌리썩음병은 1982년 농촌진흥청 농업기술연구

\*Corresponding author

Phone)+82-31-290-0413, Fax)+82-31-290-0406

E-mail)choonghoekim@rda.go.kr

**Table 1.** Level of rhizome rot incidence at surveyed areas

Area	No. fields at the incidence range of <sup>a</sup>				Average incidence (%)
	<1%	1~5%	6~30%	30%<	
Seosan	7	6	4	3	14.1
Taeahn	8	3	2	7	22.2
Wanjoo	4	2	4	0	6.2

<sup>a</sup>Rhizome rot incidence was examined in late August and early September in 1995.

소(현 농업과학기술원)에서 생강의 미기록병으로 최초 기술되었다(이 등).

생강 뿌리썩음병은 우리나라 생강재배지의 어느 곳에서든지 해마다 발생하고 있지만 그해의 기상 여건에 따라 발생 정도에 상당한 차이가 있으며 병원 조균의 전반특성에 따라 생육기 비가 많이 오는 해에 발생이 심한 것으로 알려져 있다. 생강 뿌리썩음병에 대한 본격적인 연구는 1995년 농업과학기술원에서 주관하고 호남농업시험장과 충남농업기술원이 공동참여하여 이 병의 피해를 심하게 받고 있는 전북 완주지역과 충남 서산, 태안지역을 중심으로 시작되었다(농촌진흥청, 1998). 이 조사에서 서산, 태안, 완주지역의 발병주율이 각각 14, 22, 6%로 충남 지역이 전북 지역보다 심하게 발생하고 있는 것으로 나타났으며(Table 1), 발병주율이 30% 이상된 포장도 상당수 존재하였다(김 등, 1996). 1998년 9월 필자가 충남 서산, 태안, 안면의 1,200여 포장, 226 ha를 대상으로 뿌리썩음병의 발생상황을 조사한 결과 발생면적은 57 ha로, 조사면적의 25%에 해당되어 여전히 상당한 피해를 받고 있는 것으로 들어났다(김충희, 1998).

**발생실태.** 1991년 전북 익산지역의 발생실태 조사(이 등)에서 뿌리썩음병의 발생은 논재배보다는 밭재배에서, 사양토보다는 찰흙성분이 많은 식토에서 발생이 심하였다. '95-'96년의 필자 등에 의한 조사에서 충남 서산, 태안지역은 재배형태가 밭재배가 위주인 반면, 전북 완주지역은 80%가 답전윤환 형태로 논에서 재배되고 있었으며 이 지역의 토양은 충남지역에 비해 모래성분이 많았고 pH가 5.2로 충남보다 다소 낮고 유기물함량도 낮아 토양이 보다 척박한 것으로 나타났다(김 등, 1996). 토성과 뿌리썩음병 발병정도와는 뚜렷한 상관관계가 없었으며 토양의 화학성, 생강근권토양내 미생물상도 발병정도와는 상관이 없었다. 그러나 이 등(1990)은 발병이 낮은 토양은 발병이 심한 포장보다 점토함량이 많고 토양 pH가 낮았으며 병원균에 대한 길항세균 밀도가 높다고 하였다. 또한 생강의 건전주 근권은 진균 및 방선균 밀도가 이병주 근권에 비해 훨씬 낮고 반대로 세균의 밀도는 3-5배

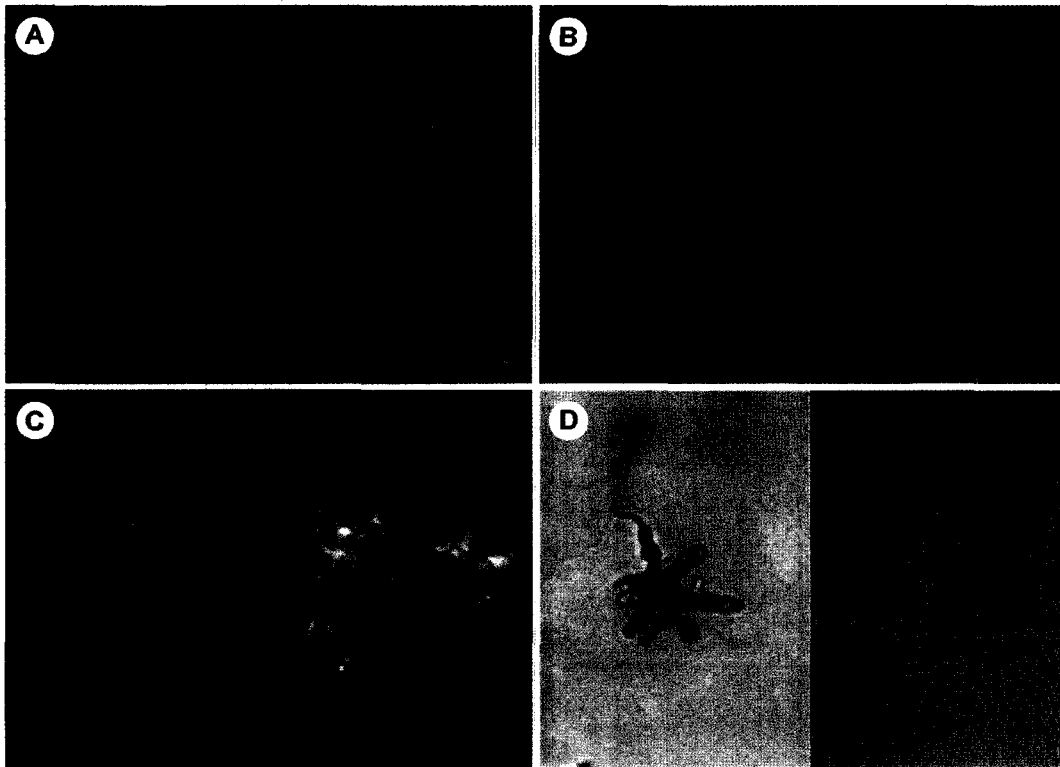
높아서 건전주 근권의 B/F치는 이병주 근권보다 12-21배가 높았다(김 등, 1996).

주산지 실태조사 결과(김 등, 1996) 발병이 많은 포장의 반이상은 저습지 포장이었으며 발병이 적은 포장은 산간 경사지에 위치한 포장이었다. 관수방법에 따른 병 발생정도를 보면 지하점적관수 포장이나 비가림재배 포장은 발병이 극히 낮았다. 포장의 작부형태는 발병에 큰 영향을 미쳐서 연작년수가 많을수록 발병정도가 심하였고(이 등, 1991) 초년재배, 매2년 윤작, 답전윤환시 발병이 가장 낮았다(김 등, 1996). 유기물 사용과 병발생정도와의 관계를 보면 유기물의 종류나 사용량과 상관없이 일관성 있는 경향은 없었으나 우분이나 돈분을 많이 사용하면 발병이 증가하는 경향이 있었다. 객토에 의한 병발생 억제 효과나 품종간의 발병차이는 뚜렷하지 않았다. 종강 소독은 방제효과가 커서 발병수준을 1/2 이하로 줄이는 효과가 있었으며 약제방제의 경우 포장에 따라 변이는 있었으나 그 효과는 어느 정도 인정된 반면, 방제횟수를 늘려도 효과는 크게 증진되지 않는 것으로 나타났다(김 등, 1996).

**병징 및 발생소장.** 생강은 넓은 두둑을 만들어 4월 중 하순에 파종하고 그 표면을 깊으로 피복하는데 파종후 40-50일이 지나면 싹이 지상부로 올라오며 생강 뿌리썩음병은 대체로 싹이 올라온지 한달 남짓 후인 7월 상순부터 발생하기 시작한다. 토양속의 병원균은 싹이 나온 부분을 침해하여 싹허거나 줄기의 땅가부분을 가해하며 병든 줄기는 근경에서 잘 탈락한다. 병이 진전되면 지상부 포기가 노랗게 황화하며, 줄기와 잎은 말라 죽고 지하부의 근경은 최초 발병된 부분부터 썩기 시작하여 인접 부분으로 진전한다(Fig. 1). 심 등(1989)은 생강 뿌리썩음병의 병징을 4가지 형태로 구분하였다.

뿌리썩음병의 최초 발생시기는 6월하~7월초의 강우와 관련이 깊으며 장마기의 조만에 따라 차이가 있는데 이 기간동안 비가 많이 오고 기온의 상승에 따라 8월 한달 동안 발병이 급격히 증가하여 9월 중하순에 최대치에 달하며 그 이후 기온이 낮아지고 강우가 적어짐에 따라 발병진전이 멈추게 된다(김 등, 1996). *Pythium*균은 포장에서 뿐만 아니라 저장중에도 발생하여 종강을 썩히며 저장중의 병발생은 이병종강이나 수확시 종강의 상처를 통하여 침입한 병원균에 의해 이루어졌다(김 등, 1998).

**병원균.** 생강 뿌리썩음병의 병원균으로 5-6종의 *Pythium*균이 전세계적으로 보고되고 있다. 일본의 경우는 1954년 생강 뿌리썩음병균이 처음 보고되었고 *P. zingiberum*, 신종으로 명명하였다(Ichitani와 Shinsu, 1980). 우리나라는 생강 뿌리썩음병으로 *Erwinia*속 세균, *Fusarium*속 진



**Fig. 1.** Photographs of rhizome rot of ginger. **A:** symptom of ginger plants infected; **B:** a severely diseased ginger field; **C:** an infected ginger rhizome in contrast to healthy rhizome (right); **D:** lobulate zoospore (left) and oospore of a casual pathogen, *Pythium myriotylum*.

균 등 여러종이 관여한다는 보고가 있으나(심 등, 1989; 이 등, 1986) 주 종은 일본과 동일종인 *P. zingiberum*으로 보고되었다(소 등, 1979; 양 등, 1988; 심 등, 2000). 그러나 이 균은 그 분류학적 위치를 세계적으로 공인받지 못하고 있어 *P. volutum*의 유사종으로 취급받고 있다. 병원균으로 보고된 여러종의 *Pythium*균종 분류학적 위치가 뚜렷하고 이론의 여지가 없어 세계적으로 공인받고 있는 종이 *P. myriotylum*(Chattopadhyay, 1967)으로 김 등(1997)은 우리나라에서 발생하고 있는 생강 뿌리썩음병균 수백종을 수집하여 그 분류학적 위치를 검토한 결과 우리나라의 병원균도 모두 이 균과 동일종임을 밝혀 우리나라 생강 뿌리썩음병이 *P. myriotylum*에 의해 발생하는 것으로 확인하였다.

병원균은 그 생활의 대부분을 토양속에서 보내는 전형적인 토양서식균으로 균사편, 난포자, 피낭포자의 형태로 토양에서, 또는 균사의 형태로 이병조직속에 월동하여 다음해의 전염원이 되며 고온다습 상태에서 병원균이 발아하여 유주자낭을 형성하고 여기서 나온 유주자들이 수분을 따라 이동하여 생강으로 침입한다(Kim 등, 1998).

**병원성.** *P. myriotylum*은 생강의 근경 뿐만 아니라 잎,

줄기, 뿌리, 관부 등 생강의 전부분을 침해하여 수침상으로 썩히는 매우 병원성이 강한 균으로 생강의 지하부위 중 막 출아한 근경의 새싹이나 땅가에 묻힌 줄기부분이 특히 취약하였다(Kim 등, 1997). *P. myriotylum*은 전세계적으로 생강 외에 여러 작물에 병을 일으키는 다범성인 균으로 알려져 있으며 필자 등의 연구결과 생강 이외에 수박, 호박, 고추, 가지, 보리, 조 등의 밭아 및 생육을 현저히 저해하였으며, 오이, 수박, 밀 등 9종의 작물에 잘록병을 일으켰고(Kim 등, 1997), 벼 등 19작물의 종자부패에 관여하였다(심 등, 2000).

**병원균의 생리·생태.** 병원균의 균사생육 최저, 최적, 최고 온도는 각각 5~7°C, 33~37°C, 39~45°C로 고온에서 균사생장이 매우 빠르며, 생육최적 pH는 6-7이었고 균사생장, 유주자낭 및 장난기 형성은 V-8 juice배지에서 가장 좋았다(Kim 등, 1997).

생강 식물체에서의 뿌리썩음병의 진전은 35°C에서 가장 빨랐으며(Table 2), 30°C 이하에서는 발병진전이 급속히 둔화되었다(Kim 등, 1997; 심 등, 2000). 생강 한주를 고사시키는 데 걸리는 시간은 35°C에서 약 5일, 30-25°C에서 6-7일, 15°C에서는 16일이 소요되었다(Kim 등, 1997).

**Table 2.** Effect of temperature on rhizome rot development on ginger plants inoculated with *Pythium myriotylum* isolate 9-3 in a growth chamber

Temperature (°C)	Rate of lesion enlargement (mm/day) <sup>a</sup>	Days required for complete plant death
40	26.5 ± 2.7	5.3
35	30.0 ± 1.4	4.7
30	22.5 ± 1.8	6.2
25	21.2 ± 0.9	6.6
20	17.5 ± 2.0	8.0
15	8.8 ± 3.1	15.9

<sup>a</sup>Lesion enlargement rate and its standard deviation on a stem of a ginger plant after inoculation on the crown of rhizomes by placing a culture disc of *Pythium myriotylum* isolate 9-3.

병반은 RH 100%의 포화습도에서 하루 3 cm씩 진전하였으며 RH 70%이하에서는 0.4 cm로 급격히 저하하였다. 토양습도와 발병과의 관계를 보면 최대포장용수량의 80%일때 가장 발병이 빨랐으며(Kim 등, 1997) 관계량이 많을수록 발병이 심하였다(양 등, 1994). 생강의 심는 깊이와 발병진전 정도와는 정의 상관성이 있어 깊이 심을수록 발병이 심하였다.

**병원균의 토양내 생존 및 밀도 분포.** 병원균은 토양내 균사절편, 평운균사편, 난포자, 혹은 피낭포자의 형태로 존재하였으며 토양의 한편에 모여 있기보다는 토양표면에 균등하게 분포하였다(Kim 등, 1997). 병원균의 수직 분포를 보면 표토로부터 10 cm이내의 토양에서 밀도가 가장 높았고 그 이하에서는 급격히 감소하였다. 생강 근권에서의 병원균 밀도를 조사한 결과 건진주와 이병주간에 큰 차이가 있어서 이병주 근권의 병원균 밀도는 건진주에 비해 수백~수백배 이상 높았다. 생강 뿌리썩음병은 병원균의 토양내 밀도가  $1\sim 2 \times 10^2$  cfu/g 토양일때 발병이 시작되었다(심 등, 2000). 뿌리썩음병균의 밀도는 논포장, 밭포장간에 차이가 없었으며 배수가 양호한 포장에서 밀도가 낮고 연작지의 경우 강우 후 밀도가 급격히 증가하였다(심 등, 1989).

**발생예찰.** 토양내 병원균의 밀도 측정에 의한 뿌리썩음병의 발생예찰은 두 요인간에 변이가 심하여 예찰방법으로 적당하지 않았는데 발병이 낮을 경우 토양내 병원균의 밀도와 발병정도와는 정의 상관관계가 있었으나 발병이 높은 경우에는 이러한 상관관계가 성립되지 않아 문제가 있었다(Kim 등, 1997).

기상요인과 발병과의 관계를 보면 5월 이후 누적 온도와 누적 강우량은 발병도와 정의상관이 있는 것으로 나타났다(김 등, 1989). 두 기상요인중 누적 강우량보다는

누적 온도가 변이폭이 적어 병발생 예찰의 적중도도 높았으나 전체적인 예찰의 정밀도가 낮아서 향후 지역과 시기를 달리한 많은 시험을 수행하여 지속적인 개선이 필요한 것으로 생각되었다.

뿌리썩음병 발생정도와 생강수량과는 부의 상관이 있었으며 수량예측모델이 제시되었다(김 등, 1989; 심 등, 1989).

**경종적 방제.** 생강의 초기 감염을 억제하기 위한 육묘이식재배는 최초 발생시기 및 최종 발병율에 있어서 관행재배와 별 차이가 없어 그 효과가 없는 것으로 나타났으며 오히려 지피포트를 제거하지 않고 이식할 경우 생강 발아 및 생육장애를 초래하였다(이 등, 1995). 생강의 무토양, 양액재배시는 양액의 병원균에 대한 오염여부가 병 발생의 유무나 심도를 좌우하였다. 비가림 재배는 뿌리썩음병 발생을 현저히 억제하였으며 생강의 생육 정도나 수량을 증진하였다(인 등, 1996). 관행의 벧짚 피복대신 흑색비닐을 피복하는 경우 토양온도가 높아져 발병이 증가하였으나 생강 출현율은 벧짚피복보다 높게 나타났다(오 등, 1997). 이랑의 너비를 반으로 줄여 좁은 이랑(60 cm) 재배를 하면 발병억제효과가 없었으나(인 등, 1997) 관행의 넓은 이랑에 비해 두둑을 높이고 한줄씩 좁은 이랑재배를 하면 뿌리썩음병의 발생은 1/4~1/2로 감소하였고 최초 발생후 발병 진전 속도를 낮추는 효과도 있었으나 넓은 이랑재배에 비해 파종량이 적어서 수량이 큰 폭으로 줄어드는 문제점이 있었다(Kim 등, 1998). 석회시용은 그 종류에 상관없이 발병억제효과가 없거나 오히려 발병을 증가시켰다(강 등, 1993). 유기물 시용은 그 종류나 시용량에 있어서 발병에 큰 영향을 미치지 못하였으나 우분의 대량시용시 발병이 증가하는 경향이었고(인 등, 1997), 3~4월에서 5월로 정식시기를 늦추면 발병이 현저히 증가하였다(라 등, 1996).

**생물학적 방제.** 뿌리썩음병균을 억제하는 길항균을 선 발하여 파종전 종강에 처리하거나 싹겨 등 매체에 길항균을 배양하여 토양에 처리하는 방법으로 뿌리썩음병을 생물학적으로 방제하려는 시험이 여러 곳에서 시도되었다(심 등, 1990; 박 등, 1991; 이 등, 1990; 박 등, 1993; 심 등, 1994).

이 연구에서 사용한 길항균들은 온실 포트시험에서는 어느 정도의 방제효과가 인정되었으나 포장시험에서는 방제효과가 낮아 실용성이 없는 것으로 나타났다. 길항균과 약제 등 타방제수단과의 조합처리에 의한 방제효과 시험도 수년간에 걸쳐 수행되었으나 방제효과가 낮아 포장적용에는 문제가 있었다(한 등, 2003).

**토양소독 효과.** 생강 파종전 다조매 입제 처리에 의

**Table 3.** Effects of soil disinfection, fungicide application, and narrow ridge cultivation on ginger growth and yield in fields at Inji-myon and Buseok-myon in Seosan city, Choongnam province in 1996

Field location	Treatment	Germination rate (%)		Plant height <sup>a</sup> (cm)		Yield (kg/10a)	
		SDb	ND	SD	ND	SD	ND
Inji	Ridge	86	96	37	38	543	770
	Fungicide application	75	90	40	1	1,321	1,079
	Untreated check	75	89	41	0	1,406	1,540
	Average	78.6	91.6	39.2	9.5	1,112	1,129
Buseok	Ridge	100	95	37	36	954	329
	Fungicide application	98	98	38	40	1,656	256
	Untreated check	99	86	37	35	1,616	315
	Average	99.1	93.2	37.5	37.0	1,408	299

<sup>a</sup>Plant height was measured on August 17, 1996.

<sup>b</sup>SD: soil disinfection by fumigation with dazomet; ND: no soil disinfection.

한 토양소독은 Table 3에서 보는바와 같이 생강 출현율을 4.5% 증진시키는 효과가 있었으며 뿌리썩음병의 방제 효과가 탁월하여 발병을 73~96% 억제하였고 수량을 현저히 증진하였다(Kim 등, 1998). 토양소독구의 발병진전 확산 형태를 보면 무소독구의 포장전체에 걸친 균일한 발병에 비해 포장내 1~2개의 전염원에서 시작되어 생육후기까지 병발생이 그 전염원 근처의 생강에만 국한하여 발생하는 양상이 뚜렷하였다. 토양소독구의 토양내 병원균의 밀도 변화를 보면 생육기동안 변화가 없거나 약간 증가하는데 그쳤으나 무소독구에서는 생육후기 토양내 밀도가 생육초기에 비해 3-5배 높게 나타났다.

**중강소독.** 파종전 중강소독에 의한 뿌리썩음병 방제효과가 다년간에 걸쳐 여러시험장, 연구소에서 수행되었다. 초기의 시험은 중강소독제의 선발에 집중하였다(심 등, 1989; 심 등, 1994; 박 등, 1995; 인무성·박은희, 1979; 심 등, 1998). 베노람수화제, 지오람수화제, 메타실·가벤다수화제 등의 약제를 공시하여 초기발생시기, 발병진전 억제효과 등을 조사한 결과 후기 전염원의 유입이 없거나 포장의 전염원 밀도가 낮을 경우 중강소독효과는 뿌리썩음병의 발생을 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 대부분의 시험에서 중강의 소독에 의해 중강의 발아 및 출현율이나 수량을 현저히 증진하는 효과가 입증되었다.

**약제방제.** 1979년부터 현재까지 여러 시험기관의 온실(최 등, 1996) 및 포장에서 약제방제 효과에 관한 시험이 이루어졌다. 그 결과 중강소독 단독에 의한 병방제효과는 충분치 못하며 생육중기 이후의 발병진전을 억제하기 위하여는 2-3회의 생육기 약제 방제가 필요한 것으로 나타났으며(심 등, 1989; 심 등, 1996; 인무성·박은희, 1979) 살포시기는 장마초부터 20-30일 간격이 효과적이나

시험장소, 해에 따라 변이가 심하였다. 심 등(1996)은 일정간격의 주기적인 약제살포보다는 장마와 상관하여 토양수분을 고려한 약제살포가 더욱 효과적이라 하였다. 여러 조합 처리중에서 가장 효과적인 것은 토양소독+중강소독 + 생육기방제(2-3회)로 대부분 90% 이상의 방제효과를 얻을 수 있었으나 경제적으로 방제 비용의 정당성 확보가 문제로 남아 있다(오 등, 1997; 인 등, 1996). 약제 처리시 수화제의 지체부 토양관주 보다는 노동력의 절감 차원에서 입체의 장마기를 전후한 3회 처리가 효과적이라는 보고도 있으나(심 등, 1996) 때와 장소에 따라 방제 효과에 많은 변이가 있었다(농촌진흥청, 1998). 필자 등이 충남 서산의 상습 발생지 포장에서의 시험결과를 보면(1998) 생육기 약제방제와 상관없이 토양소독과 중강소독에 의해 뿌리썩음병을 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 약제의 처리시기별 방제효과를 보면 장마초기나 직후부터 3회 살포한 처리가 발병을 효과적으로 억제하였으며 수량도 좋았다. 메타실 수화제에 대한 병원균의 감수성을 조사한 결과 25 ppm에서 공시 56개 전 균주의 생육이 완전히 억제되어 병원균의 감수성은 다소 약화되었으나 내성균의 발육은 아직 없는 것으로 나타났다(이 등, 1995).

**품종 저항성.** 충남 서산의 상습 발생지 포장에서 국내·외 10여개 생강품종의 뿌리썩음병에 대한 저항성 정도를 조사한 결과 모두 이병성으로 나타났다. 그러나 당진, 중국 품종은 타품종에 비해 발병 진전 정도가 늦고 재식생강의 25-33%가 살아남아 약간의 저항성이 있는 것으로 들어났으며(농촌진흥청, 1998) 전북완주에서의 국내 외 22개 수집종에 대한 온실 포트검정에서도 품종간 발병차이는 뚜렷하지 않았다(최 등, 1998).

**저장시 생강부패.** 수확 생강의 저장시 썩음증상은 4가

지 유형으로 구분되었으며 수침상 썩음빈도가 가장 높았다 (김 등, 1998). 생강부패의 형태별로 *Erwinia*속, *Pseudomonas*속, 선충, *Fusarium*속, *Pythium*속 균들이 관여하였으며, 이들의 복합 감염빈도도 높았다. 저장시 부패관련 *Pythium* 균들은 건전 종강의 맹아, 줄기출현부위, 병든 종강의 육질에서 고빈도로 분리되었으며 저온 보다는 고온에서 부패정도가 훨씬 심하였다. 저장시 부패현상은 노지재배 생강에 비해 비가림재배 생강이 2-3배 높은 것으로 나타났다(오 등, 1997).

## 향후 연구 과제

생강포장에서의 뿌리썩음병 발병특성을 보면 토양내 병원균의 생육 및 발병진전에 직접적인 영향을 끼치는 결정적인 환경요인은 온도와 토양수분으로 생각되고 있다. 이 중에서 35°C 이상의 고온이나 토양수분함량이 포장용수량의 80% 이상으로 될 때가 뿌리썩음병 발생에 가장 취약하며 그밖에 공기중 상대습도(RH)가 90% 이상일 때의 기간중에 생강 뿌리썩음병의 발병진전도 빠른 것으로 나타나고 있다.

토양내 전염원은 주로 균사절편, 팽윤균사, 피낭포자, 난포자의 형태로 존재하다가 호적한 환경에서 발아하여 생강 식물체의 새싹 부위나 지하부위의 줄기를 침해하여 발병이 시작되는데 뿌리썩음병의 토양전염원은 생강주위의 한 곳에 모여있기 보다는 전포장에 걸쳐 골고루 분포하며 표토로부터 주로 10 cm 깊이의 토양에 존재하고 있었고, 병든 식물체 주위에는 병원균의 밀도가 대단히 높게 나타나고 있다.

따라서 생강 뿌리썩음병의 발생을 줄이기 위해서는 토양온도 및 수분량이 높지 않도록 하는 경종관리가 가장 절실하며 토양내 전염원의 밀도를 줄이기 위한 이병식물체의 조기 제거, 재식전 토양소독 등의 방안이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

대부분의 생강품종들은 뿌리썩음병에 매우 취약한 것으로 들어나고 있는데, 향후 전세계에 분포하고 있는 생강의 유전자원을 수집하여 이들에 대한 저항성을 평가하고 내병성 품종을 선발, 육종하는데 많은 노력을 기울여야 한다. 약제방제효과는 시간과 장소에 따라 방제효과가 높은 곳에서부터 없는 곳까지 변이폭이 매우 높았는데, 여러 가지 원인이 있겠지만 약제의 사용방법, 사용시기, 포장내 전염원의 밀도에 따라 큰 영향을 받고 있는 것으로 생각된다. 지금까지의 시험결과를 보면 토양내 병원균 밀도가 높을 때는 현재 등록된 방제약제를 가지고는 방제 효과가 낮아지므로 재식전 토양소독에 의해 병원균의

밀도를 낮춘 후 종강소독을 실시하고 장마기에 맞추어 생육기 방제를 2-3회 실시하면 큰 무리없이 효과적인 방제가 가능할 것으로 생각되나 방제비용의 경제적 정당성 확보가 문제로 남아있다. 토양소독의 경우도 현재의 경우에는 경비가 많이 들고 취급에 많은 문제점이 있어 현지 적용에 어려움이 있다. 이를 해결하기 위한 손쉬운 토양소독 기술의 개발도 내병성 생강품종의 육성보급만큼 시급한 과제라 할 것이다.

## 참고문헌

- Chattopadhyay. 1967. *Zingiber officinale* Rosc. In: *Diseases of Plants Yielding Drugs, Dyes and Spices*, pp. 20-31. Indian Council of Agricultural Research, New delhi.
- 최인록, 이준희, 김경호, 노경희, 장영선. 1995. 고품질 내병 다수성 생강우량품종 선발. 호남농업시험장 시험연구보고서 381-383.
- 최인영, 이왕휴, 소인영. 1996. 약제에 의한 *Pythium zingiberum*의 생강 및 근경부패병 발병억제효과. 한식병지 12(3): 331-335.
- 한광섭, 오인석, 함인기, 한규홍, 조광열, 김흥기. 2003. 생물학적 방법을 이용한 생강 뿌리썩음병 방제연구. 충남농업기술원 시험연구보고서(인쇄중).
- Ichitani, T. and Shinsu, T. 1980. *Pythium zingiberum* causing rhizome rot of ginger plant and its distribution. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 435-441.
- 인무성, 오인석, 서정식, 한규홍, 문창식. 1997. 생강 뿌리썩음병 발병억제기술 개발. 충남농촌진흥원 시험연구보고서 372-375.
- 인무성, 박은희. 1979. 생강부패병 방제시험. 충남농업기술원 시험연구보고서 437-439.
- 인무성, 라상욱, 한규홍, 문창식. 1996. 생강 뿌리썩음병 방제대책기술개발 피해경감 대책 연구. 충남농촌진흥원 시험연구보고서 447-451.
- 강중국, 김중구, 이덕배, 김선관, 소재돈. 1993. 개량제 사용이 생강의 품질 및 수량에 미치는 영향. 호남농업시험장 시험연구보고서 531-535.
- 김충희. 1998. 생강 뿌리썩음병(노랑병)의 약제방제에 대하여. 계간 정보화학(가을호): 14-29.
- 김충희, 한기돈, 박경석. 1996. 생강주산지에서 뿌리썩음병 발생 실태. 한식병지 12(3): 336-344.
- 김충희, 양종문, 양성석. 1998. 토굴저장생강의 부패에 관여하는 미생물의 동정 및 병원성. 한식병지 14(5): 484-490.
- Kim, C. H., Yang, S. S. and Hahn, K. D. 1998. Effects of soil disinfection, fungicide application, and narrow ridge cultivation on development of ginger rhizome rot caused by *Pythium myriotylum* in fields. *Korean J. Plant Pathol.* 14(3): 253-259.
- Kim, C. H., Yang, S. S. and Hanh, K. D. 1997. Ecology of ginger rhizome rot development caused by *Pythium myriotylum*.

- Korean J. Plant Pathol.* 13(3): 184-190.
- Kim, C. H., Yang, S. S. and Park, K. S. 1997. Pathogenicity and mycological characteristics of *Pythium myriotylum* causing rhizome rot of ginger. *Korean J. Plant Pathol.* 13(3): 152-159.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 제3판. 436pp.
- 이건휘, 심형권, 이경보. 1991. 생강재배지의 토양특성별 토양병해충 발생상황 및 상호관계 구명. 호남농업시험장 시험연구보고서 554-559.
- 이상범, 이두구, 이왕휴, 소인영. 1986. 생강부패병 경감대책시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 567-569.
- 이순형, 이용권, 이승찬. 1982. 주요 농작물의 병해분포 및 피해조사. 농업기술연구소 시험연구보고서(생물부편) 444-449.
- 이왕휴, 정성수, 소인영. 1990. 생강근부병의 발병정도가 다른 토양의 특성. *한식병보* 6(3): 338-342.
- 이용훈, 심형권, 이두구. 1995. 육묘이식재배에 의한 생강 뿌리썩음병 방제시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 423-425.
- 이용훈, 심형권, 이두구. 1995. 생강 뿌리썩음병 약제내성균 분포조사 및 대체약제 선발. 호남농업시험장 시험연구보고서 427-432.
- 농림부. 2002. 농림통계연보. p 86-87.
- 오인석, 최은주, 한규홍, 최재을. 1997. 생강 뿌리썩음병 피해 경감대책 연구. 충남농업기술원 시험연구보고서 356-363.
- 박은석, 최규동, 유동현. 1995. 생강 안전생산 기술확립 시험. 전북농업기술원 시험연구보고서 216-222.
- 박홍규, 심형권, 이두구, 소재돈. 1991. 생강 뿌리썩음병의 안전방제 연구. 호남작물시험장 시험연구보고서 552-556.
- 박진화, 이호영, 정성희, 최정식. 1977. 생강병해충 발생상황 조사. 전북농촌진흥원 시험연구보고서 659-664.
- 농촌진흥청. 1998. 생강 뿌리썩음병 방제대책 기술개발. 대형공동과제 완결보고서. 100pp.
- 심형권, 이두구, 이용훈. 1994. 생강 뿌리썩음병 길항균 실용화 연구. 호남작물시험장 시험연구보고서 406-421.
- 심형권, 이두구, 이용훈. 1998. 생강종강소독 약제방제 효과시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 715-719.
- 심형권, 이두구, 이용훈. 2000. 생강 뿌리썩음병 생리생태 및 방제연구. 호남농업시험장 시험연구보고서 367-379.
- 심형권, 이용훈, 이두구. 1996. 생강 뿌리썩음병 약제방제체계 확립시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 413-415.
- 심형권, 이용훈, 이두구. 1996. 약제처리방법에 따른 생강 뿌리썩음병 방제시험. 호남농업시험장 시험연구보고서 409-412.
- 심형권, 이상범, 소인영, 박건호. 1989. 생강 뿌리썩음병 생리생태 및 방제체계 확립. 호남작물시험장 시험연구보고서 564-571.
- 라상욱, 서정석, 양진수, 우인식, 이영복. 1996. 생강시설재배시험. 충남농촌진흥원 시험연구보고서 280-282.
- 소인영, 최정식. 1979. 생강입고부패병에 관한 연구. 전북농촌진흥원 시험연구보고서 579-587.
- 양창휴, 전장형, 남정권, 김선관, 이경수. 1994. 토양수분조건에 따른 생강 뿌리썩음병 발생양상 구명. 호남작물시험장 시험연구보고서 394-399.
- 양규도, 김형무, 이왕휴, 소인영. 1988. 생강근경부패병을 일으키는 *Fusarium oxysporum* f.sp. *zingiberi*와 *Pythium zingiberum*에 관한 연구. *한식병지* 4(4): 271-277.