

## 생강 주산지에서의 뿌리썩음병 발생 실태

김충희\* · 한기돈 · 박경석  
농업과학기술원 작물보호부 병리과

### Survey of Rhizome Rot Incidence of Ginger in Major Production Areas in Korea

Choong Hoe Kim\*, Ki Don Hahn and Kyung Seok Park  
Plant Pathology Division, National Agricultural Science & Technology Institute,  
Suwon 441-707, Korea

**ABSTRACT:** The rhizome rot incidence averaged 18.1% in Seosan-Taeahn areas in Choongnam province, about three folds severer than in Wanjoo areas in Chunbuk province. The disease started in early July in Seosan-Taeahn areas, and rapidly spread during the rainy season in hot summer of late July and August until the cool weather beginning in early or mid September. The causal fungus *Pythium zingiberum* attacked underground basal stems, buds and inner rhizomes, and caused rotting tissues. Infected plants became yellow, and finally blighted to death. Large differences in soil physico-chemical and biological properties were found in fields between Seosan-Taeahn and Wanjoo. Soils in Wanjoo areas were more sandy, lower in pH, and had less amounts of organic matters,  $P_2O_5$  and exchangeable cations. Rhizosphere soil populations of total fungi, total bacteria, *Pythium* spp., and *Bacillus* spp. were lower, but bacteria/fungi (B/F) ratio higher in Wanjoo areas. The lower rhizome rot incidence in Wanjoo areas is thought to be associated largely with the cultivation practice that is unique in those areas, where ginger and paddy rice were rotated in paddy fields. Consistent relationships between the disease severity and the soil physico-chemical property were not found. The attributes, such as first year cultivation, paddy-upland rotation, rain-protected cultivation, underground tube irrigation, sandy-loam soil, good drainage, steeply inclined cultivation site, and planting of disinfected or healthy seed rhizomes were ones involving the less disease incidence.

**Key words:** Rhizome rot, *Pythium zingiberum*, ginger, survey.

생강은 생강과에 속하는 다년생 초본으로 우리나라를 포함하여 동남아시아뿐만 아니라 아프리카, 유럽, 중남미 등 전세계적으로 분포하고 있다(1, 4). 생강은 그 독특한 향미로 양념료, 향신료, 식품 첨가제로 널리 활용되고 있다. 우리나라에서는 95% 이상이 충남 서산시, 태안군, 전북 완주군에서 재배되고 있는데 '94년의 재배면적은 5,847 ha로 '90년의 2,565 ha에 비해 그 면적이 점점 늘어나고 있는 추세이며, '94년의 생산량은 45,980 M/T에 달한다(11). 농가소득 면에서도 10 a 당 소득이 1,675,000원으로 배, 사과, 오이에 이어 높은 고소득 작물로 이 지역 농가의 주소득원으로 각광 받고 있다.

생강뿌리썩음병(근경부패병, 일명 노랑병)은 생강 생산의 가장 큰 저해요인으로 최근 들어 급격히 발생이 늘어나 큰 문제로 되고 있다. 이 병은 생강이 발아한 후 온도가 높아짐에 따라 생강의 땅속줄기가 침해되어 지제부가 부분적으로 썩고 진전하면 지하부 근경이 수침상으로 부패하는 병이다. 지상부의 잎과 줄기는 노랗게 변색하기 시작하여 점차 주 전체가 말라 죽는다. 이 병은 토양 진균의 일종인 *Pythium zingiberum*에 의하여 발생하는데 우리나라 뿐만 아니라 일본, 인도를 포함하는 동남아시아 각국의 생강 재배 지역에서 심하게 발생하여 생강생산의 가장 큰 제한요인으로 대두되고 있다(1, 6, 10).

본 조사는 생강뿌리썩음병의 발생생태를 구명하고 효과적인 방제방법을 찾기 위하여 1995년부터 3개년

\*Corresponding author.

계획으로 수행하고 있는 연구의 일환으로 먼저 생강 주산지역인 서산시, 태안군, 완주군에서의 뿌리썩음병 발생실태를 조사하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

**조사지역 및 면적.** 충남 서산시, 태안군, 전북 완주군에서 생강을 주로 재배하고 있는 3~4개의 읍면을 선정하여 서산시 및 태안군에서는 면당 6~7 포장씩 각각 20개 포장, 완주군에서는 10개 포장을 임의로 선정하여 뿌리썩음병의 발생 최성기인 8월 말~9월 초순에 걸쳐 병 발생정도, 경종개요, 재배형태, 작부체계, 방제실태 등을 조사하였다. 주산지별 조사지역 및 조사면적은 Table 1과 같다.

**생강뿌리썩음병 발병정도 및 발생소장 조사.** 포장당 3개 지점을 임의로 선정하여 1개 지점당 50주를 대상으로 발병주율을 조사하였다. 발병주는 지상부가 완전히 고사한 주부터 발병초기의 지상부가 황화되기 시작한 포기까지 병징이 보이는 모든 개체를 포함하여 발병주율을 산출하였다. 생강 뿌리썩음병의 발생소장을 조사하기 위하여 서산시 소재 3개 포장을 선정하여 6월 초순부터 10~11일 간격으로 상기와 같은 방법으로 발병주율을 조사하여 평균 발병진전곡선을 산출하였다. 또한 서산시 농촌지도소에서 측정된 생육기간 동안의 그 지역의 강우량, 일일 최고온도에 대한 자료를 받아 누적 강우량 및 일일 최고온도 곡선을 산출하여 발병진전곡선과 비교하였다.

**토양의 이화학적 조사.** 전 조사포장을 대상으로

포장당 발병주와 건전주 주위의 토양을 각각 500~700 g씩 채취하고 생강을 재배하고 있지 않은 인접토양에서 같은 양의 토양표본을 채취하여 대조토양으로 하였다. 토양은 실내에서 풍건하여 20 mesh 체로 거른 후 발병주 토양과 건전주 토양을 잘 섞어 50 g을 만들어 이화학적 분석에 사용하였다.

토양의 이화학적 분석은 농업과학기술원 토양물리실과 토양화학실에서 수행하였으며 토성은 토양조사편람(8)에 의거 Hydrometer법으로, 토양의 화학성은 토양화학분석법(9)에 따라 pH를 조사하였으며 유기물함량은 Tyurin법, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Lancaster법, 치환성 양이온은 원자흡광분석법으로 측정하였다.

**토양의 미생물상 조사.** 생강 근권토양에서의 미생물상을 조사하기 위하여 이병주와 건전주 생강근경에 붙어 있는 토양을 모두 털어낸 후 근경표면에 밀착된 토양을 붓으로 긁어 근권토양으로 하였으며 대조토양의 미생물상도 동시에 조사하였다. 토양표본은 살균수를 이용하여 희석평판법으로 선택배지상에서 진균, 세균, 방선균, *Bacillus* spp., *Pythium* spp.의 밀도를 조사하였다. Dhingra와 Sinclair(2)의 방법에 따라 세균은 Tryptic soy agar, 방선균은 glucose-starch-asparagine agar, 진균은 Rose-bengal agar., *Bacillus* spp.는 heat and peptone agar, *Pythium* spp.는 Wakimoto 등(12)의 선택배지를 사용하였다.

**발병정도와 포장 환경요인과의 관계 비교.** 토양의 이화학적, 경종방법 등의 제반 환경요인과 뿌리썩음병 발병과의 관계를 조사하기 위하여 조사포장을 지역과 상관없이 발생이 극히 적은 포장(발병주율 1%

Table 1. Areas and acreages surveyed

County (Province)	Area	Acreage (ha)		No. fields surveyed
		Cultivated	Surveyed	
Seosan (Choongnam)	Inji	251	2.7	6
	Buseok	745	2.4	7
	Palbong	235	1.8	7
	Total	1,231	6.9	20
Taeahn (Choongnam)	Tacahn	281	2.0	7
	Nam-myon	266	5.2	8
	Ahn-myon	40	1.3	5
	Total	587	8.5	20
Wanjoo (Chunbuk)	Bongdong	280	1.6	7
	Samye	55	0.7	1
	Kosan	35	0.5	1
	Yongjin	75	1.0	1
Total	445	3.8	10	

미만), 중간정도 발생포장(1~10%), 발병이 심한 포장(10% 이상)의 3개 group으로 대별하여 group내 포장의 수가 16~17개가 되도록 하였고 3개 group간의 토양의 이화학적, 생물상, 관수방법, 포장위치 등을 서로 비교하여 발병정도와의 관련성을 조사하였다.

**결 과**

주산지별 생강뿌리썩음병 발생정도 및 발생소장. 생강뿌리썩음병의 평균 발병주율은 서산, 태안, 완주가 각각 14.1%, 22.2%, 6.2%로 나타나 완주지역의 발생이 가장 적은 것으로 나타났다(Table 2). 발병심도별 분포를 보면 발병이 적은 포장에서 심한 포장까지 대체적으로 고르게 분포하고 있으나 대체로 태안군 지역에서 발병이 심한 포장이 많고 완주군 일대는 30% 보다 높은 발병주율을 보이는 포장은 없는 것으로 나타났다.

서산지역에서의 뿌리썩음병의 발생소장을 보면(Fig.

**Table 2.** 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.

**Table 3.** Distribution of the soil texture of fields at three surveyed areas

Area <sup>a</sup>	Frequency of fields (%)		Frequency of soil texture (%)				
	Paddy	Upland	Sandy	Sandy loam	Loamy	Clay loam	Clay
Seosan	5	95	0	15	70	15	0
Taeahn	15	85	5	10	70	15	0
Wanjoo	80	20	0	60	40	0	0

<sup>a</sup> Twenty fields was surveyed for Seosan and Taeahn, and 10 fields for Wanjoo.

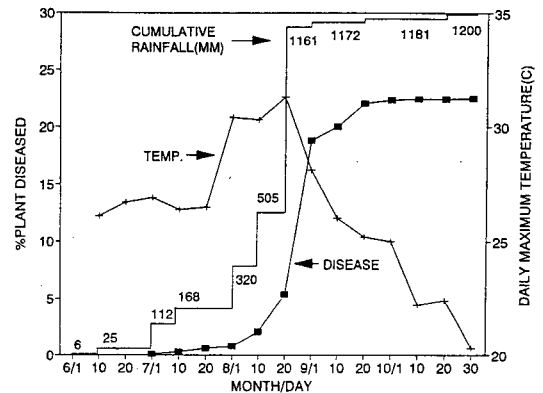
**Table 4.** Soil chemical properties of fields at three different areas surveyed<sup>a</sup>

Area	pH	% organic materials	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exchangeable cation (me/100 g)			
				Ca	Mg	Na	K
Seosan	6.4	2.8	721	5.1	1.7	0.2	1.8
Taeahn	6.0	2.4	660	5.1	1.5	0.3	1.8
Wanjoo	5.2	2.1	628	2.8	0.9	0.2	1.0

<sup>a</sup> Averages of 20 fields surveyed in Seosan and Taeahn, and of 10 fields in Wanjoo.

1), 장마가 시작되는 7월 초순부터 발생하기 시작하여 장마기 동안에 비가 많이 오고 온도가 올라감에 따라 8월 한달 동안 급격히 발병이 증가하여 9월 중하순에 발병이 최대치에 달하였고 기온이 떨어지는 그 이후부터는 더 이상의 발병 진전은 없었다.

3개 생강 주산지의 작부형태, 토양의 이화학적 및 생물상. 서산, 태안지역과 완주지역은 생강의 작부형태에 큰 차이가 있어 서산, 태안의 경우는 대부분 밭에서 재배되고 있는 반면에 완주지역은 80% 정도가 답전윤환의 형태로 논에서 재배되고 있었다(Table 3). 재배포장의 토성을 보면 서산, 태안의 경우 양토 토양이 대부분이었고 사양토와 식양토 토양이 적는데 반해서 완주는 사양토와 양토 토양의 빈도가 가장 높아



**Fig. 1.** Temporal progress of ginger rhizome rot incidence as influenced by air temperature and rainfalls at Seosan area, Choongnam province in 1995.

서 서산, 태안지역에 비해 토양에 모래성분이 많은 것으로 나타나고 있다.

조사포장의 이화학적성을 보면 Table 4에서 보는 바와 같이 서산, 태안지역은 pH 및 유기물 함량, 인산, 치환성 양이온량에서 두 지역간에 큰 차이가 없었으나 완주지역은 상기 두 지역과는 달리 pH가 5.2로 다소 낮고 유기물량, 치환성 양이온중 석회, 고토, 카리의 함량이 낮아서 토양이 보다 척박한 것으로 나타났다.

토양의 미생물상을 보면 진균, 세균, *Bacillus* spp., *Pythium* spp.의 토양내 밀도에 있어서 완주지역이 서산, 태안지역보다 훨씬 낮았으나(Table 5), B/F치는 완주지역이 가장 높게 나타나고 있다. 서산과 태안지역을 비교하여 보면 진균 및 *Pythium* spp.의 밀도가 서산 지역에서 높았고 세균, *Bacillus*, 방선균 밀도는 대체로 비슷하였으나 B/F치는 태안지역에서 높았다.

생강뿌리썩음병 발병정도와 토양의 이화학적성, 생물상과의 상관. 주산지역과 상관없이 조사포장을 뿌리썩음병 발병정도별로 구분하여 발병주율 1% 미만의

소발병 포장, 1~10%의 중간정도 발생포장, 10% 이상의 다발병 포장으로 구분하고 각 group간 토양의 이화학적성을 비교하여 발병정도와의 상관성을 조사하였다 (Table 6). 먼저 조사포장의 토성별 발병정도를 보면 사양토, 양토, 식양토별로 각 토성내에 병발생이 적은 포장에서 심한 포장까지 골고루 분포하고 있어서 발병정도와 토성과는 뚜렷한 상관성을 보이지 않았다.

발병정도의 group별로 토양의 화학성을 비교하여 보면 구체적인 자료는 이 논문에서 제시하지 않았지만 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 제외한 pH, 유기물 함량, 치환성 양이온 함량 등에서 소발병, 중간발병, 심한발병 포장간에 큰 차이가 없었다. 인산 함량은 10% 이상의 심한 발병을 보이는 포장에서 다소 낮은 것으로 나타났다.

발병주, 건전주의 근권토양 그리고 대조토양의 미생물상을 발병정도의 심도별로 비교한 결과(Table 7), 각각의 토양 표본내 미생물상은 발병심도와 상관없이 대체로 비슷하였으나 발병주 근권과 건전주 근권의 미생물상에는 큰 차이가 있어 발병심도와 관계없이

**Table 5.** Biological properties of the field soil at three different areas surveyed<sup>a</sup>

Area	Total fungi (× 10 <sup>3</sup> cfu)	<i>Pythium</i> spp. (× 10 <sup>2</sup> cfu)	Total bacteria (× 10 <sup>4</sup> cfu)	<i>Bacillus</i> spp. (× 10 <sup>3</sup> cfu)	Total actinomycetes (× 10 <sup>4</sup> cfu)	B/F <sup>b</sup>
Seosan	2.7	6.1	453	61	6.5	1678
Taeahn	1.8	3.4	578	53	5.2	3211
Wanjo	0.9	0.2	333	12	- <sup>c</sup>	3700

<sup>a</sup> Average of 20 fields surveyed in Seosan and Taeahn, and of 10 fields in Wanjo.

<sup>b</sup> Ratio of total bacteria to total fungi.

<sup>c</sup> Not examined.

**Table 6.** Relationships between the level of rhizome rot incidence and the soil texture of surveyed fields

Level of incidence	No. fields surveyed	Frequency of soil texture (%)			
		Sandy	Sandy loam	Loamy	Clay loam
< 1%	17	0	18	65	17
1~10%	16	6	31	50	13
10% <	17	0	18	76	6

**Table 7.** Relationships between the level of rhizome rot incidence and the biological properties of rhizosphere soil in surveyed fields

Level of incidence	No. fields surveyed	Total fungi (× 10 <sup>3</sup> cfu)			Total bacteria (× 10 <sup>3</sup> cfu)			Total actinomycetes (× 10 <sup>4</sup> cfu)			B/F <sup>b</sup>		
		DP <sup>a</sup>	HP	CS	DP	HP	CS	DP	HP	CS	DP	HP	CS
< 1%	17	10.7	2.4	10.4	115	546	104	6.5	0.8	4.6	107	2275	100
1~10%	16	8.6	1.9	8.9	151	423	138	5.0	1.2	6.0	176	2226	155
10% <	17	9.9	1.7	11.3	168	476	134	5.8	0.5	3.9	170	2800	119

<sup>a</sup> DP : diseased plant, HP : healthy plant, CS : control soil.

<sup>b</sup> Ratio of total bacteria to total fungi.

건전주 근권에서는 발병주 근권에 비해서 진균 및 방선균의 수가 현저히 낮고 세균의 밀도는 3~5배 이상 높았으며 이에 따라 B/F치는 발병주에 비해 12~21배 높았다. 대조토양의 미생물상은 대체로 발병주 근권 토양과 큰 차이가 없었다.

재배포장 위치, 재배형태와 발병정도. 조사포장을 산간경사지, 평야지, 저습지로 나누어 뿌리썩음병 발병정도와 비교한 결과(Table 8), 발병이 높은 포장은 저습지의 비율이 높아서 전체의 53%를 차지하였다. 반대로 발병이 1% 미만의 소발생 포장과 중간 정도의 발생포장은 산간경사지 포장이 상대적으로 높아 전체의 40~47% 였다.

관수방법과 발병정도를 비교하여 보면(Table 9), 발병이 적은 포장일수록 지하 점적관수의 비율이 높고, 생육기간동안 별도의 관수가 필요 없는 저습지 포장의 빈도가 상대적으로 낮았다. 또한 이랑관수와 살수 관수하는 포장의 비율은 발병이 낮은 포장에 많은 경향이였다. 10% 이상의 높은 발병을 보이는 포장은 지하 점적관수하는 포장이 전혀 없었고 생육기간중 관수가 필요치 않은 포장이 전체의 71%나 되었다.

비가림재배와 일반 노지재배에서의 뿌리썩음병 발병정도를 지역별로 비교한 결과(Table 10) 비가림 재

배는 노지재배에 비해 발병이 극히 낮아서 서산, 태안 지역의 경우 각각 노지재배의 1/3~1/5의 수준이었다. 상기 두 지역의 비가림 재배하는 농가는 아직 그 수가 많지 않아서 전체 농가의 15~20% 수준이었으나 완주 지역은 비가림재배 농가가 발견되지 않아 발병의 비교가 불가능하였다.

작부체계와 발병정도. 생강의 작부체계를 보면(Table 11), 조사농가중 초년재배와 2년째 연작하는 농가의 비율이 상대적으로 높아 전체 농가의 24~29% 였고 매년 윤작, 2년 윤작, 답전윤환하는 농가의 비율이 각각 9%로 나타났다. 또한 3년 이상 윤작하는 농가도 전체의 20%를 차지하고 있었다. 지역적인 특성을 보면 완주의 생강 작부형태는 서산, 태안과 달라서 대부분이 초년재배하거나 답전윤환하는 것으로 나타났다. 생강과의 윤작작물을 보면 서산, 태안지역에서는 마늘, 양파, 땅콩, 들깨, 오이, 고추, 당근, 배추, 약초 등이였다. 상세한 작부체계 작물은 Table 12에 제시하지 않았으나 대표적인 것을 보면 초년재배의 경우 콩-땅콩-들깨-생강, 오이-오이-양배추-생강, 매년윤환의 경우는 마늘-생강-마늘-생강, 2년 윤환의 경우는 생강-고추(당근)-마늘(양파)-생강, 생강-참깨-땅콩-생강, 2년 연작의 경우는 수박-배추-생강-생강, 당귀-고추-생강-

**Table 8.** Relationships between the level of rhizome rot incidence and the topography of fields surveyed

Level of incidence	No. fields surveyed	Frequency of fields (%)		
		Hilly-inclined	Plain area	Lower-wet land
< 1%	17	47	29	12
1~10%	16	40	24	13
10% <	17	24	12	53

**Table 9.** Relationships between the level of rhizome rot incidence and the irrigation method employed in surveyed fields

Level of incidence	No. fields surveyed	Frequency of fields (%)			
		Sprinkler	Ditch	Underground drip	None
< 1%	17	35	18	12	29
1~10%	16	43	14	7	36
10% <	17	21	7	0	71

**Table 10.** A comparison of the rhizome rot incidence of ginger plants grown in open-fields and those grown under rain-protected structure

Cultivation type	Seosan		Taeahn		Wanjoo	
	No. fields	% incidence	No. fields	% incidence	No. fields	% incidence
Rain-protected	3	5.0	4	4.8	0	-
Open-field	17	15.7	16	26.6	10	6.2

**Table 11.** Rhizome rot incidence of ginger plants grown under various cropping systems at three areas surveyed

Cropping system <sup>a</sup>	No. fields			Total	Average incidence (%)	Incidence range (%)
	Seosan	Taeahn	Wanjoo			
1st year cultivation	5	4	4	13	2.3	0~45
Every 2-yr rotation	1	3	0	4	0.6	0.1~2
Every year rotation	3	1	0	4	10.7	0~35
Paddy-upland rotation	0	0	4	4	5.0	0~15
2-yr continuous cropping	3	8	0	11	22.6	0.1~85
3-yr continuous cropping	5	1	0	6	15.1	0.1~72
4-yr continuous cropping	1	2	0	3	26.3	4~60

<sup>a</sup> Rotation crops commonly used are peanut, perilla, cucumber, garlic, rice, pepper, onion, cabbage, carrot, and medicinal crops.

**Table 12.** Influence of the source of organic materials applied in ginger fields on rhizome rot incidence at areas surveyed

Organic applied <sup>a</sup>	No. fields surveyed	Average incidence (%)	Range of incidence (%)
Cow manure	18	24.4	0~80
Pig manure	3	7.8	0~15
Chicken manure	7	18.5	0~92
Above combinations	6	18.1	0.1~85
None	6	15.5	0~75

<sup>a</sup> Rotation crops commonly used are peanut, perilla, cucumber, garlic, rice, pepper, onion, cabbage, carrot, and medicinal crops.

생강이었다.

작부체계별로 발병정도를 비교하여 보면 초년재배, 2년 윤작, 답전윤환의 평균 발병주율이 각각 2.3, 0.6, 5.0%로 발병이 가장 낮았고 매년윤작과 2년 이상 연속작은 발병주율이 10.7~26.3%로 발병이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 그러나 매2년 윤작의 경우를 제외하고는 같은 작부체계 안에서도 포장별로 병 발생 정도에 변이가 심하게 나타나고 있어 초년재배의 경우라도 발병주율이 45%로 심하게 발생하는 포장도 있었다.

유기물 시용과 발병정도. 조사한 농가의 약 85%가 생강재배시 매년 퇴비를 사용하고 있었다(Table 12). 그 종류를 보면 우분이 가장 많고 다음이 계분이었으며 또한 돈분, 우분, 계분중 2종 이상 혼합사용하는 농가도 많았는데 이상의 퇴비들은 주로 석회나 쌀겨, 톱밥 등을 섞어 사용하고 있었다. 시용퇴비의 종류와 뿌리썩음병 발병정도를 비교하여 보면 돈분을 사용한 농가에서 발병이 적은 것으로 나타나고 있으나 그 외의 경우는 유기물의 종류와 상관없이 퇴비를 사용한 농가와 전혀 시용치 않는 농가의 발병정도가 비슷하거나 오히려 퇴비 사용 농가가 발병이 많은 경우도 있었다. 그러나 농가 표본의 수가 비교적 적은 돈분의

경우를 제외하면 동일종류의 퇴비를 사용한 농가라 하더라도 소발병과 극심한 발병을 보이는 포장도 골고루 분포하고 있어서 발병정도에 변이의 폭이 큰 것으로 나타났다.

기타 경종사항과 발병정도. 이외에 구체적인 자료는 이 논문에 제시하지 않았지만 아래와 같은 사항들도 관찰되었다. 논을 밭으로 개토하여 생강을 재배하는 농가도 소수 있었으나 발병이 심한 포장부터 발병이 적은 포장도 골고루 분포하고 있어 발병에 대한 개토의 효과는 뚜렷하지 않았다. 종강 획득방법을 보면 자체에서 생산된 종강을 저장하였다가 다시 사용하는 농가가 전체 조사농가의 70~85%였고 나머지는 이웃 동네에서 구입하여 쓰는 농가였다. 재배품종을 보면 대부분이 그 지역에 적응된 품종을 재배하고 있어서 산, 태안지역의 경우는 서산재래, 완주의 경우는 봉동재래종을 사용하고 있었고 서산의 경우 중궁종을 심는 농가도 한 농가가 있었다. 품종별 발병정도를 보면 중궁종을 심는 한 농가는 발병율이 0.1%로 낮았으나 표본의 수가 적어 신뢰성이 부족하고 서산재래나 봉동재래의 경우는 동일품종내 발생변이의 폭이 매우 크게 나타나 환경이 알맞을 경우 이들 품종은 심하게 발병하는 것으로 나타났다.

**Table 13.** Influence of the seed-rhizome disinfection on rhizome rot incidence in surveyed areas

Seed-rhizome disinfection <sup>a</sup>	No. fields			Average incidence (%)	Range of incidence (%)
	Seosan	Taean	Wanjo		
Yes	16	14	1	15.2	0~85
No	3	5	9	31.4	0~92

<sup>a</sup> The fungicide benlate-T was most commonly used.

**Table 14.** Influence of fungicide applications on rhizome rot incidence at surveyed areas

No. fungicide applications <sup>a</sup>	Frequency of fields (%)			Average incidence (%)	Range of incidence (%)
	Seosan	Taean	Wanjo		
None	8	7	9	21.6	0~92
1	6	3	0	13.3	0~75
2	5	2	1	15.9	0~80
3 ≤	1	8	0	16.0	0~85

<sup>a</sup> Metalaxyl or metalaxyl-copper is applied at the planting and periodically around rainy season.

종강소독·생육기 약제살포와 뿌리썩음병 발병정도. 서산, 태안의 경우는 대다수의 농가가 종강을 소독하여 사용하고 있으나 소독하지 않는 농가도 27%나 되었다(Table 13). 완주의 경우는 한 농가를 제외하고는 모두 종강을 소독하지 않고 그대로 사용하고 있었다. 종강소독 여부와 발병정도를 비교하여 보면 종강소독한 농가와 소독하지 않는 농가 안에서도 발병 정도에 큰 차이가 있어 변이의 폭은 크게 나타나고 있으나 종강을 소독하여 사용한 농가의 평균 발병주율이 소독하지 않은 농가에 비해 1/2 이하로 낮게 나타나고 있다. 종강소독 방법을 보면 대부분 농가에서 베노람 수화제의 적정농도에서 생강을 침지소독하는 방법을 사용하고 있었다.

생육기 약제방제의 경우를 보면(Table 14) 서산, 태안의 경우 전체 조사농가의 62%가 1회 이상 약제방제를 하고 있는 것으로 나타났으나 완주의 경우는 조사농가 10개 농가중 한 농가를 제외하고는 생육기간 동안 약제방제를 하지 않는 것으로 나타났다. 약제방제의 효과를 보면 동일한 약제방제 횟수 안에서도 농가에 따라 발병정도에 변이가 크지만 평균 발병주율은 무방제의 21.6% 비해 약제방제는 13.3~16.0%로 발병이 다소 낮았다. 그러나 약제방제 농가중 1회 살포농가나 3회 이상 살포농가나 발병정도는 비슷하게 나타나고 있어 약제방제 횟수를 늘려도 방제효과는 증진하지 않는 것으로 나타났다. 약제살포 방법을 보면 주로 동력분무기를 사용하여 경엽에 살포하고 있었고 살포약제로는 메타실 입제나 메타실동 수화제를 사용하여 재식후 2~3일 출현시 입제를 살포하고 장마기

전후 수화제를 7~10일 간격으로 최대 6회까지 살포하는 방법이 일반적이었다.

## 고 찰

뿌리썩음병균 *Pythium zingiberum*은 역병균처럼 조균류에 속하는 수생균류의 일종으로 토양수분이나 관개수를 통한 병원균 유주자의 확산이 병의 전반에 중요한 역할을 하고 있다(3, 5, 7). 본 연구에서도 생강 뿌리썩음병의 발병은 포장의 물빠짐과 직, 간접적으로 깊은 관련이 있는 것으로 드러나 생육기간 동안 별도의 관수가 불필요할 정도의 저습지 포장에서 심하게 발병하고 있었으며 물빠짐이 용이한 경사지 산간지 포장에서는 발병이 적게 나타나고 있다. 또한 물의 이동이 적은 지하 점적관수 포장에서 발병이 적은 것이나 노지재배보다 비가림 재배 형태에서 발병이 적은 것도 같은 맥락으로 해석된다. 그러나 물빠짐과 직접 관련이 깊은 토성 즉 사양토, 양토, 식양토 토양간에 병발생에 있어서 뚜렷한 차이를 보이지 않고 있는데 이것은 재배포장의 토성에 있어서의 차이보다는 답전운환 등의 작부체계나 비가림 등의 재배양식 혹은 물빠짐과 관련한 재배포장의 위치 등에 따라 발병에 더 큰 영향을 받았기 때문으로 풀이된다.

완주지역은 서산, 태안지역보다 발병이 1/2~1/3 수준으로 낮게 나타나고 있는데 이의 원인중 가장 중요한 것이 작부형태로 생각된다. 완주지역은 주로 답전운환의 형태로 생강이 재배되고 있고 또한 초년재배의 경우가 많아 연작에 의한 토양내 병원균의 누적에

의한 발병증가는 어느 정도 회피할 수 있었으리라 생각된다. 실제로 토양내 *P. zingiberum*을 포함한 전체 *Pythium* spp. 밀도도 서산, 태안에 비해 완주지역에서 보다 낮은 것으로 나타나 간접적으로 이를 뒷받침 해 주고 있다. 이외에도 완주지역은 대부분 평야지대이므로 저습지 포장이 드물고 토성이 서산, 태안지역보다는 모래성분이 많은 사양토, 양토로 물빠짐이 좋은 것도 발병이 적은 한 원인으로 생각되어진다.

재배토양의 이화학적성과 병발생정도를 비교하여 보면 심하게 발병한 포장에서 인산의 함량이 다소 낮을 뿐 치환성 양이온량, 유기물량, pH 등은 비슷하게 나타나 토양의 화학성과 발병정도와의 상관은 본 조사에서 뚜렷이 나타나지 못하였다. 생물상의 경우를 보면 근권내 미생물상에서 발병주와 건전주 사이에 큰 차이가 있어 이병주 근권에서 진균, 방선균의 밀도가 높은 반면에 건전주 근권에서는 세균의 밀도와 B/F치가 높아져 다른 작물의 근권에서도 볼 수 있는 전형적인 현상이 나타나고 있다(13). 따라서 근권토양의 생물상에 있어서 건전주와 발병주 사이에 나타나는 이러한 현상은 생장포장의 건전정도 유무를 평가할 수 있는 지표로 이용될 수 있을 것이다.

발병에 대한 작부체계의 효과를 보면 초년이나 답전윤환 혹은 2년 윤작에서 발병이 낮을 뿐 매년윤환에 의해서는 병방제에 큰 효과를 기대할 수 없는 것으로 나타났는데 이것은 병원균의 토양내 밀도가 타작물의 1년 경작에 의하여 크게 감소하지 않기 때문인지도 모른다.

퇴비의 시용도 돈분을 제외하고는 병의 감소에 큰 효과가 없는 것으로 나타나고 있는데 돈분의 경우도 농가의 수가 적어 결과의 신빙성에는 다소 문제가 있다.

종강을 소독하여 사용한 포장은 무소독 농가보다 평균 발병율이 1/2 이하로 낮아져 종강 소독효과가 큰 것으로 나타나고 있는데 이것은 병원균이 종강에 의하여 전염하므로 종강소독에 의하여 1차 전염원의 양을 그만큼 줄여 초기전염을 낮춘 데에 기인하는 것으로 생각할 수 있을 것이다. 그러나 생육기 약제방제의 경우는 무살포에 비하여 그 방제효과가 크게 나타나지 않고 있으며 또한 약제살포횟수를 늘려도 방제효과는 더 이상 높아지지 않은 것으로 나타나고 있다. 이러한 현상의 원인으로 사용한 약제의 종류별 방제효과의 유무, 사용방법, 사용시기 등의 면에서 재검토할 여지가 있으나 현지의 재배농민들이 말하는 약제방제의 효과가 없다는 주장이 본 실태조사에서도 어느 정도 반영되고 있다. 실제로 약제방제의 효과가 있는지 없는지에 대해서는 현재 현지 포장에서 시험이

진행중에 있다.

뿌리썩음병의 발생소장을 보면 7월 초~8월 말의 장마기와 고온기간동안 급격히 발병이 증가하는 것으로 나타났다. 뿌리썩음병 발병진전의 곡선과 6월 하순부터의 누적강우곡선과는 그 모양이 유사하며 온도의 측면에서는 일일 최고기온이 28°C 이상에서 발병진전이 급속하고 그 이하에서는 병진전이 약하거나 더 이상 없는 것으로 나타나고 있다. 따라서 생강뿌리썩음병의 발생은 7월 초순~8월 하순까지의 기간동안 강우량과 기온에 따라 많은 영향을 받는 것으로 생각되며 그 기간동안 장마가 길어져 비가 많이 오고 기온이 높아 무더운 해에는 뿌리썩음병의 발생도 그만큼 심해질 것으로 생각된다.

본 실태조사 결과 현재 생강의 주 재배지역에서 뿌리썩음병의 발생이 심해진 가장 중요한 이유로는 종강을 소독하지 않고 물빠짐이 나쁜 저습지에 그대로 생강을 재배하고 있으며 타작물과 2년 이상 윤작하지 않고 생강을 동일포장에 연작하기 때문으로 풀이된다. 이러한 실태조사 결과를 근거로 향후 뿌리썩음병의 발생을 줄일 수 있는 경종방법을 열거하여 보면 종강은 건전종강을 사용하거나 꼭 소독하여 사용하고 되도록 물빠짐이 좋은 포장이나 경사지 포장에 재배하며, 생육기동안 별도의 관수가 필요치 않은 저습지의 재배는 피한다. 또한 생강을 심었던 적이 없는 포장에 재배하고 연작한 밭은 다른 작물로 2년 이상 윤작하며 포장내 과도한 물 유입을 방지하기 위하여 살수관수나 이랑관수보다는 점적관수 방법을 택하고 여건이 허락하면 비가림 재배하는 방법이 생강의 뿌리썩음병의 발생을 줄이는 좋은 방법으로 생각된다.

## 요 약

생강 뿌리썩음병은 충남 서산, 태안지역이 전북 완주지역보다 3배나 심하게 발생하여 평균 발병주율이 18.1%에 달하였다. 이 병은 서산, 태안지역에서 7월 초순부터 발생하기 시작하여 한여름철의 기온이 높고 비가 많이 오는 장마기인 7, 8월에 급격히 증가하였으며 기온이 서늘해지기 시작하는 9월 중순까지 진전하였다. 서산, 태안지역과 완주지역은 토양의 이화학적 성상 및 미생물상에 큰 차이를 보였으며 완주지역 토성은 서산, 태안에 비해 모래성분이 많고 pH가 낮으며, 유기물, 인산, 치환성 양이온의 함량도 낮았다. 진균, 세균, *Pythium* spp., *Bacillus* spp.의 토양내 밀도는 완주지역에서 낮았으나 B/F치는 서산, 태안지역보다 높았다. 완주지역에서 발병이 낮았던 것은 이 지역의



생강이 주로 담전윤환의 작부형태로 논에서 재배되기 때문에 생각된다. 뿌리썩음병의 발병정도와 재배토양의 이화학적성상과의 상관은 관찰되지 않았다. 이 밖에도 초년재배, 담전윤환, 비가림 재배, 지하점적관수, 사양토 토양, 배수가 양호한 포장, 산간경사지 포장, 중강소독 등은 뿌리썩음병의 발병을 적게 하는 요인들이었다.

### 참고문헌

1. Chattopadhyay, 1967. *Zingiber officinale* Rosc. In: *Diseases of Plants Yielding Drugs, Dyes and Spices*, pp. 20-31. Indian Council of Agricultural Research, New delhi.
2. Dhingra, O. D. and Sinclair, J. B. 1985. *Basic Plant Pathology Methods*. 355pp.
3. Ichitani, T. 1984. Epidemiological review on Pythium diseases. *Plant Prot.* 38 : 212-217.
4. Ichitani, T. and Shinsu, T. 1980. *Pythium zingiberum* causing rhizome rot of ginger plant and its distribution. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46 : 435-441.
5. Ichitani, T. and Shinsu, T. 1981. Relation of changes in pathogen population to incidence and development of rhizome rot disease of ginger in continuous indoor cropping for immature rhizome production. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 47 : 151-157.
6. 한국식물보호학회. 1986. 한국식물병·해충·잡초명감. 633pp.
7. Martin, F. N. 1993. Pythium. In: *Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic Fungi*, ed. by L. L. Singleton *et al.*, pp. 39-49. APS Press.
8. 농촌진흥청. 1973. 토양조사 편람 제2권. 농업기술연구소 간행. 257pp.
9. 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법-토양·식물체·토양미생물. 농업기술연구소 간행. 450pp.
10. Shinsu, T. 1984. Rhizome rot of ginger and its control. *Plant Prot.* 38 : 233-236.
11. 서산시 농촌지도소. 1996. 마늘·생강 재배기술. 43pp.
12. Wakimoto, S., Matsuyama, N., Tokanami, Y. and Tsuno, K. 1993. *Laboratory Guide for Plant Pathology and Microbiology*. 207pp.
13. Watanabe, B. 1987. *Soilborn Diseases-Occurrence, Ecology and Control*. Z. N. K. K. 247pp.