

생강 근경부패병의 발생 생태 및 토성, 토양화학성 및 토양 생물성과의 관계

이왕휴, 이두구¹⁾

전북대학교 농과대학(농업과학기술연구소), ¹⁾호남농업시험장

Ecology of Rhizome Rot Incidence of Ginger and Relation of Soil Texture, Chemistry and Biology

Wang Hyu Lee and Doo Ku Lee¹⁾ (Chonbuk Nat. Univ, Chonju, 561-756, Tel : 0652-70-2530, Fax : 270-2531, email : whlee@moak. ¹⁾National Honam Crop Exp. Stn. RDA, Iksan 570-080)

Abstract : The ecology of rhizome rot incidence rates between Seosan, Chungnam and Bongdong, Chonbuk province were surveyed in this experiment. The rhizome rot incidence rate of Seosan was lower than that of Bongdong. The average ginger product of former province was 1,140kg, whereas it's 818kg per 10a. in latter province. Treatment after disease incidence frequently used fungicide at Seosan. There were different soil physiological property between fields. Although Eunhari and Yulsori were belong to Bongdong province, incidence rate was low at Eunhari, contained 23% clay and high incidence rate at Yulsori, approximately contained 60% silt. Many soil chemical properties of cultivated area were belong to optimum concentration range, but phosphate(P) was higher than optimum concentration, 450-550ppm. The number of soil fungi in the middle of cultivated season tended to show the highest. Both bacteria and actinomyces' number was similar to the result of fungi. The bacteria/fungi ratio was greatly different between surveyed fields.

Key Words : Rhizome rot, ginger, soil texture, soil chemistry, B/F ratio

서 언

생강은 고려사에 기록된 작물로서 1,018년 이전에 도입되어 토착화된 것으로 추정된다¹⁾. 우리나라에서 생강은 전북 완주군 봉동 및 충남 서산 등이 주산지이며²⁾ 주요 환금작물로 재배되고 있다. 생강의 근경 부패병은 재배 초기부터 발병하여 그 피해가 심한데, 발생 시기에 따라 5-70%의 감수율을 보이기도 한다³⁾. 이 병은 종강과 포장에서 감염으로 인하여 발병되고 있다. 종강은 근경부패병균에 의한 감염으로 출아기부터 1차줄기에 피해가 발생하고 지상부경엽이 황변하면서 단기간에 말라서 고사한다. 포장에서 감염은 여러 가지 요인(이병종강 사용, 연작, 이병잔사 등)이 관여한다. 노지재배에서는 생강 근경부패병균은 7월경부터 피해 포기가 출현한다. 그 피해 증상으로는 근경 발아 부위의 선단부가 암록수침상이 되고 근경은 연화하면서 부패한다⁴⁾. 우리 나라에서 생강 근경 부패병에 관한 연구는 단편적으로 이루어져 왔는데, 주요 병원균으로는 *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi*와 *Pythium zingiberum*으로 보고⁵⁾되었으나, 일본에서는 생강 근경부패병균으로 이미 *P.zingiberum*으로 보고되었⁶⁾, 최근에 *P. zingiberis*로 변경된 바 있다⁷⁾. 생강 근경부패병은 저장 중에도 피해가 나타나고 있으나 정확한 조사는 이뤄지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 생강근경부패병의 발생 생태를 구명하고자 토성, 재배지별로 병발생에 미치는 여러 요인과 토성, 토양화학성 및 토양생물성과의 관계를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 지역별 생강 근경부패병의 발생 생태조사

주산지인 전북 완주군 봉동과 충남 서산의 생강 재배 농가를 방문하여 조사하였다. 특히 종강 선발, 종강 소독, 윤작 여부, 입지 상태, 평균 수확량 및 근경부패병 발생 후의 처리방안 등이 조사되었다.

2. 토성 분석

생강 재배 경험이 없는 익산, 연작지인 완주군 봉동 3지역 및 서산의 토양을 포장당 10여 곳에서 채취하여 완전히 혼합한 후 분석시험에 이용하였다. 토성은 재배 직전인 4월에 hydrometer법으로 분석하였다.

3. 토양의 화학성 분석

토양내 주요성분(K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺이온, CEC, 인산, 전질소 및 유기물함량)을 농촌진흥청 화학분석법에 의해 분석하였다⁸⁾. 조사 기간은 파종 직전인 4월, 재배 중기인 8월,

수확후인 11월에 실시하였다.

4. 토양의 생물성 분석

본 실험에서 세균은 tryptic soy agar(Difco Co, U.S), 일반 방선균은 1/10희석 tryptic soy agar, 일반 사상균은 Martin's rosebengal agar 배지를 사용하였다. 각 미생물 수는 희석 평판법을 이용하여 한 장소당 5반복으로 조사하여 평균치를 산출하였다. 배양 기간은 세균 및 사상균은 2-3일, 방선

균은 5일이었다. 조사 기간은 토양화학성 조사 시기와 동일하게 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 지역별 생강근부병의 발생 생태

생강 근경부패병의 발생생태를 전북 완주 봉동과 충남 서산에서 조사한 결과는 표1과 같다.

Table 1. Relationships between rhizome rot incidence rate and several factors at Wanju and Seosan Province

		Wanju Bongdong			Seosan		
		No. fields	Incidence rate		No. fields	Incidence rate	
			1-20%	20%<		1-20%	20%<
Seed-rhizome selection	Yes	10	5	5	14	11	3
	No	1	0	1	1	1	
Seed-rhizome disinfection	Yes	4	2	2	14	12	2
	No	7	4	3	1	1	
Cropping system	Continious cropping	5	3	2	3	2	1
	-2yr rotation						
	Every 3yr rotation	4	1	3	7	6	1
	Every 4yr rotation	2	1	1	3	3	
Locationcondition	5yr< rotation	0			2	2	
	Good draining	9	4	5	12	10	2
	Bad draining	2	1	1	3	3	
	Hilly inclined	7	2	5	6	6	
	Plain area	8	5	3	9	7	2
	Paddy	6	3	3	1	1	
Average quantity	Upland	10	5	5	14	12	2
	300kg/10a	1	1	0	0		
	450kg	1		1	0		
	750Kg	5	2	3	0		
	900kg	1		1	3	3	
Treatment after disease incidence	1,200kg	3	2	1	12	9	3
	Spray of fungicide	4	2	2	8	5	3
	Field hygiene	9	6	3	9	7	2

완주군 봉동에서 조사한 11개 포장중, 10농가가 육안 조사로 생강을 선별하고 있었다. 그러나 발병율은 20%이하 농가와 이상 농가가 각각 5농가씩으로, 달관 조사에 문제가 있는 것으로 추정되었다. 종강 선별을 하지 않은 1농가의 경우는 20%이상 발병하였다. 이러한 결과로 보아 육안상 건전하다 하더라도 방치하면 많은 균사가 출현하는 것으로 미뤄 저장 기간동안 잠재 감염 상태를 유지하고 있다가 포장에서 발병하는 것으로 생각된다. 특히 본 연구의 결과는, 종자 병해의 경우 잠복 감염이 문제시 된다는 보고⁹⁾와 일치한다고 생각된다.

종강 소독은 4농가가 실시하였으나 7농가는 전혀 소독하지 않았음에도 불구하고 발병율에 미치는 효과는 적었는데 이러한 이유는 종강소독시 효율적인 소독 체계가 잡혀 있지 않고 농가에서 스스로 이 정도면 될 것이라고 판단하였기 때문에 발병율이 높아진 것으로 생각이 된다. 일반적으로 생강은 침지하여 소독하는데 대단위 재배 농가에서의 많은 양의 소독액을 처리한 후, 이들 폐액의 방류는 감자에서 보고된 소독액과 같이 심각한 환경 오염원이 되므로¹⁰⁾ 여기에 대해서도 연구가 병행되어야 할 것이다. 윤작 여부를 조사한 결과 연작-2년내 재배 농가는 5농가이나 20%이하의 농가가 3농가로 단지 단기 윤작만이 발병에 미치는 요인으로

판정하기는 어려웠다. 이러한 결과로 미루어 이 등³⁾은 생강을 장기 연작하여도 근경부패병의 발병이 경미한 토양이 있음을 보고한 바와 같이 발병율도 중요하지만 수량도 중시해야 할 것이다. 재배포장의 배수 관계를 조사한 바 배수량호 9포장중 5개포장에서 발병율이 20%이상이었는 데 이것은 배수 불량 포장에서 발병율이 높다는 보고⁶⁾와 다른 경향이였다.

특히 배수 불량 조건이라도 그 해의 환경조건중 병 발생 최성기에 호우에 의해서 발병율이 좌우되므로 문제가 있다고 판단된다. 또한 경사지라 하더라도 발병율이 높은 포장이 5/7(71.4%)로서 지속적인 조사가 있어야 할 것이다. 논과 밭조건에서 발병율 20%이상과 이하가 각각 50:50이어서 논과 밭에 따라 차이가 없었다. 본 연구에서 조사된 생강의 수확량은 300-1,200kg/10a로서 다양하였으므로 발병율이 크게 작용하지 않음을 알 수 있었다. 발병후 농약 처리(메타락실 수화제)로 발병율에 차이를 나타내지 않았고, 포장 위생의 한 방법인 이병주 제거만으로도 효과를 보는 포장도 있었다.

서산의 경우 15개 농가를 조사하였는데 종강 선별은 14농가가 실시하여 발병율이 감소하기도 하였다(표1). 종강 소독은 14농가가 처리하여 발병율이 20%이하인 농가가 12농

가였으므로 발병율은 육안 선발과 철저한 중강 소독으로 발병율을 20%이하로 낮출 수 있을 것으로 생각된다. 윤작 기간이 발병에 미치는 영향을 구명하기 위한 조사에서, 연작-2년 이내 재배는 3농가였으나 20%이하 발병율이 2농가, 3년 윤작재배 농가에서 20%이하가 6/7농가여서 봉동(1/4농가)과는 다른 경향이였다. 따라서 서산과 봉동의 발병율 및 수량의 차이는 생강 재배역사가 봉동보다 짧고 효과적으로 발병에 대한 대책을 이용하였기 때문으로 추정하였다. 봉동 지역에서는 5년이상 윤작하는 농가가 없었는데, 서산은 2농가가 있었으나 발병율은 20%이하였다. 포장의 입지 조건중 배수 양호 포장은 발병율이 경감되었고(10/12농가), 배수 불량 토양이라도 발병율이 20%이하였다. 이외에도 발병율은 구릉지나 평탄지더라도 낮았는데 이러한 이유는 발병에 대한 효과적인 방제 방안이 강구되었기 때문으로 추정하였다. 논과 밭의 비율은 1:14농가로서 밭이 압도적으로 많았고, 밭조건에서 재배하여도 20%이하 발병율의 포장이 12/14여서 앞서 지적한 여러 가지 방제 방안이 강구되었기 때문에 낮아진 것으로 생각되나 계속적인 조사가 필요할 것이다. 서산의 생강 수량은 봉동과는 달리 10a당 900kg이상이 3농가, 1,200kg이상이 12농가였으며, 3농가는 20%이상의 발병율이었으나 1,200kg이상을 수확하고 있었다. 8농가는 발병후 농약 처리를 했으나 이들 농가중 3농가는 20%이상의 발병율을 보였고, 포장 위생을 이용한 농가는 7/9농가였다. 따라서 발병후 처리보다는 모든병⁹⁾에서처럼 발병전 예방적인 처리가 중요하다고 생각된다. 최근에는 내생 세균을 이용한 저항성유도에 관한 연구가 오이에서 시도되고 있는데¹¹⁾ 생강의 경우에 있어서도 발병 예방 차원에서 도입 가능성을 조사하여야 할 것이다. 본 연구에서는 약제의 연용으로 인한 내생균의 출현 여부를 조사하지 못했는데 감자에서도 이미 메타락실내생균의 보고가 많으므로¹²⁾ 조사해야 할 것이다. 특히 생강 재배 경험이 없는 익산토양에서도 생강 근경부패병이 발병하므로 단순히 토양전염으로 보기 어렵고 종강감염에 의한 병발생에 대해서 조사되어야 된다.

2. 토성

각 지역별로 점토, 미사, 모래의 함량은 표2와 같다.

Table 2. Soil texture of fields at surveyed areas

Area	Frequency of soil texture(%)		
	Clay	Silt	Sand
Iksan	11	63.5	25.5
Wanju Bongdong Aeouri	10	48.5	41.5
" Eunhari	23	46.5	30.5
" Yulsori	13	64.0	23.0
Seosan Inji Janggiri	18	54.0	28.0

점토의 함량이 높은 포장은 봉동 은하리토양으로서 23%였으며, 서산, 봉동울소리, 익산, 봉동어우리순으로 낮아졌다. 미사의 함량이 높은 포장은 익산과 봉동울소리포장으로서 각각 63.5%와 64%를 차지하였다. 모래의 함량은 봉동의 어우리포장이 41.5%로 높았고 서산의 경우는 중간값(28%)을 나타냈다. 토성은 토양의 구조에 의해서 지배되는데 익산은 전복통, 봉동어우리, 은하리, 울소리는 각각 남계통, 고천통, 중동통, 서산은 송정통으로서 공극률, 보수성, 통기성 등과

관련이 깊다. 토성과 토양 병해인 *Pythium zingiberum*에 대한 연구는 거의 전무한데, 이 등³⁾은 생강 근경부패병 억제 토양의 경우 점토 함량이 높기 때문이라고 하였다. 또 다른 토양 병해인 소나무 묘목의 지중부패입고(*Rhizoctonia solani*)는 토양결합이 단단한 경우가 심하다는 보고¹³⁾가 있어 여기에 관한 연구가 요망된다.

3. 토양화학성

생강은 주로 4월하순-5월초에 파종하여 10월하순에 수확을 한다. 따라서 재배 직전인 4월과 8월, 11월에 토양 분석을 하였다. 그 결과 표3에서처럼 포장의 무기성분과 생강 근경부패병 발생사이에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

그러나 재배 토양의 인산 함량은 일반적으로 권장량인 450-550ppm보다 높았는데 인산이 하천의 주요 오염원의 하나로 지적¹⁴⁾되므로 이들 포장에서의 인산 시용은 가급적 억제토록 하여야 할 것이다. 양이온은 포장간에 차이가 있었고 적정 범위를 넘는 것도 있었다. pH는 서산이 중성에 가까웠고(5.6-6.6), 봉동 은하리는 4.3-4.8이었다. 전체 질소 함량은 포장간 조시기간별 큰 차이를 나타내지 않았다. 질소 시비는 일반적으로 식물체를 도장시키고 발병을 시키는 것으로 알려졌는데 질소함량이 본병 발생에 미치는 연구는 없으므로 토양의 질소함량이 어떤 수준에서 발병율이 높은 지에 대하여 앞으로 연구가 필요하다. 옥수수 근부병인 *Pythium*에 대해서는 암모늄태질소가 병을 감소시킨다는 보고³⁾가 있으므로 이부분에 대한 연구가 앞으로도 계속되어야 한다. 유기물 함량은 포장간에 차이가 적었으나 8월의 익산과 봉동 어우리 포장간에는 약 2%의 차이를 나타냈다. 토양병해 중에는 유기물 시용으로 병해의 피해가 경감되기 쉬운 것과 어려운 것이 있는데 더렝이병>난균류>*Fusarium* 병>*Rhizoctonia*병 순으로 경감되기 어렵다고 한다¹⁵⁾. 따라서 생강재배는 비료에 의존하는 현재의 농업보다는 유기질비료를 사용하여 지력을 유지하는 것도 중요하다.

Table 3. Soil chemical properties of the field of surveyed area in April, August, and November

Area	Month	pH	Total N(%)	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable cation (cmol)				Occurrence of Disease (%)
						K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	
Bongdong	April	5.9	0.176	1.77	1,134	0.41	4.36	0.40	0.04	-
	Aug.	5.8	0.193	1.38	1,072	0.65	3.65	0.38	0.03	0.2
	Nov.	5.6	0.269	1.96	1,173	0.42	3.96	0.35	0.04	-
Bongdong	April	4.8	0.135	2.50	906	1.20	2.81	0.49	0.05	-
	Aug.	4.3	0.250	2.15	668	1.69	2.75	0.56	0.05	0.0
	Nov.	4.7	0.282	2.02	934	1.14	2.77	0.46	0.04	-
Bongdong	April	5.6	0.183	2.32	1,021	0.73	4.18	0.35	0.05	-
	Aug.	5.7	0.211	2.43	1,017	0.41	4.17	0.54	0.05	0.0
	Nov.	5.5	0.162	2.54	989	0.08	3.85	0.29	0.05	-
Iksan	April	5.1	0.213	2.65	971	1.32	4.54	0.91	0.04	-
	Aug.	5.0	0.260	3.40	961	2.37	5.07	0.98	0.06	2.2
	Nov.	5.2	0.185	2.75	1,255	1.13	4.80	0.62	0.05	-
Seosan	April	6.3	0.213	2.70	857	1.23	6.41	1.86	0.05	-
	Aug.	5.6	0.288	2.22	861	2.13	5.64	1.75	0.04	0.0
	Nov.	6.6	0.195	2.66	834	1.53	5.73	2.47	0.04	-

* A,E,Y; Aeouri, Eunhari, Yulsori, respectively.

4. 토양생물성

봉동 어우리(A), 은하리(E), 울소리(Y) 및 익산포장에서 재배 직전인 4월의 나지상태 포장에서 사상균 수가 $2-3 \times 10^6$ cfu(colony forming unit)/g이나, 서산 포장에서는 3.9×10^6 cfu/g로 약간 높았다. 그 이유는 생강을 재배하기전에 마늘을 재배하였기 때문으로 추정된다. 8월에는 울소리나 익산 포장의 경우는 급증하는 추세를 보였고, 또한 은하리는 수확 후인 11월에도 8월보다 증가하는 경향이였다(표4).

총세균의 양은 지역간에 차이가 많았으며, 재배 중기인 8월에는 증가하는 양상을 나타냈으나 서산 포장은 4.8×10^6 cfu/g으로서 적어졌다가 11월에는 급증(12.0×10^6 cfu)하였다. 방선균은 4월에는 각 포장에서 공통적으로 비슷한 수준($0.5-1.0 \times 10^6$ cfu)이었으나, 봉동 어우리, 울소리, 익산은 10-28배까지 급증하는 추세를 보였다가 감소하는 경향이였다. 세균/사상균수(B/F)값은 일반적으로 높을수록 양호한 포장⁶⁾이라고 하는데 완주어우리는 3,700(4월)을 나타냈으나 8월부터 급강하 하였다. 완주울소리, 익산, 서산은 200-276을 나타냈으나 은하리는 88로서 사상균 수가 많은 토양임을 알 수 있었다. 수확후의 B/F값의 변화는 은하리<익산<울소리<어우리<서산순으로 높았다.

Table 4. Seasonal soil microflora of the field of surveyed area in April, August, and November

Area	Month	Total fungi ($\times 10^6$)	Total Bacteria ($\times 10^6$)	Actinomyces ($\times 10^6$)	B/F value
Bongdong A*	April	2.0	7.4	0.51	3,700
	Aug.	7.8	19.1	4.3	244
	Nov.	6.2	10.8	6.5	174
Bongdong E*	April	2.5	2.2	0.5	88
	Aug.	15.8	3.6	1.3	23
	Nov.	25.3	3.0	0.5	12
Bongdong Y*	April	2.5	6.9	0.7	276
	Aug.	7.2	12.1	17.1	168
	Nov.	5.7	5.0	3.0	88
Iksan	April	3.0	6.5	1.0	217
	Aug.	12.6	11.8	10.1	94
	Nov.	7.0	3.1	0.5	44
Seosan	April	3.9	7.8	1.3	200
	Aug.	5.2	4.8	7.6	92
	Nov.	5.0	12.0	0.5	240

* A,E,Y; Aeouri, Eunhari, Yulsori, respectively.

요 약

충남 서산과 전북 봉동지방의 생강 근경부패병의 발생상태를 조사하였다. 서산지방의 근경부패병 발병율은 봉동보다 낮았다. 서산의 생강 수확량은 평균 1,140Kg였고, 봉동은 818kg/10a 였다. 발병후 살균제는 서산에서 많이 사용하였다. 포장간 토양물리성은 약간의 차이가 있었다. 발병율이 낮은 은하리는 23%의 점토를 함유하고 있었다. 반면에 병발생이 많은 울소리는 미사함량이 60%이상이었다. 생강 재배 지역의 토양화학성은 적정 농도 범위였으나, 인산은 적정농도 450-550ppm(mg/kg)보다 모두 높았다. 이것은 하천의 오염원이 되므로 인산시비를 줄여야 할것으로 추정하였다. 재배 중기인 8월에 사상균수가 최고치를 나타내는 경향이었고, 세균과 방선균수도 사상균수와 비슷한 경향이였다.

세균수/진균수는 포장간 큰차이를 나타냈다.

참고문헌

1. 표현구, 최정일, 이강희. (1982). 생강. 채소원예각론. 391-394. 향문사
2. 농림수산부. (1995), (1996). 농림수산통계연보 114-115, 104-105.
3. 이왕휴, 정성수, 소인영. (1990). 생강근부병의 발생정도가 다른 토양의 특성. 한국식물병리학회지 6:338-342.
4. 소인영, 김형무. (1980). 생강마름쇠움병(입고부패병)의 발병분포 및 방제에 대하여. 한국미생물학회지 18:172-179.
5. 양규도, 김형무, 이왕휴, 소인영. (1988). 생강근경부패병을 일으키는 *Fusarium oxysporum* f. sp. *zingiberi*와 *Pythium zingiberum*에 관한 연구. 한국식물병리학회지 4:271-277.
6. 新須利則. (1987). 生薑の病害蟲. 園藝野菜病害蟲百科-診斷と防除-(5). 農漁村文化協會 225-241.
7. 小林亨夫 編. (1992). 植物病原菌類圖說. 511-512. 全國農村教育協會.
8. 농촌진흥청. (1988). 토양화학분석법-토양, 식물체, 토양미생물-. pp.215.
9. 都丸敬一, 生越明, 奥田誠一, 協本哲, 羽紫輝良, 平野和, 加藤肇, 奥八郎. (1992). 病氣の防除. 新植物病理學 171-179. 朝倉書店.
10. 尾崎政春. (1983). Rhizoctonia. ジャガイモ黒あざ病. 北海道畑作物の土壤病害. 北海道畑作物の土壤病害刊行會 332-340.
11. Raupach, G.S., Liu, L., Murphy, J.F., Tuzun, S. and Kloepper, J.W. (1996). Induced systemic resistance in cucumber and tomato against cucumber mosaic cucumovirus using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). Plant Dis. 80:891-894.
12. 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연. (1992). 감자재배포장에서 의 metalaxyl 저항성인 감자 역병균의 발생. 한국식물병리학회지 8:34-40.
13. 辺邊文吉郎. (1986). 土壤病害-發生生態と防除-有機物施用と土壤病害. 106-121. 全國農村教育協會
14. 유순호. (1992). 토양의 생산성향상 및 환경보전. 식물보호연구 6:7-16.
15. Huber, D.M. and Watson, R.D. (1974). Nitrogen form and plant disease. Ann. Rev. Phyto. 12:139-165.
16. 加藤邦彦. (1977). 各種土壤の B/F値(細菌數/絲狀菌數)について. 土と微生物 19:1-4.