

제주도 지역에 대발생한 감자의 새로운 병, 싹싹음병(sprout rot)의 발병원인 및 생물학적 방제 가능성

정영륜 · 류기중¹ · 박찬수²

경상대학교 미생물학과, ¹제주대학교 농화학과, ²한국인삼연초연구원 수원경작시험장

제주도 농업생산에 있어서 감자는 재배면적이나 조수익을 기준으로 볼 때 감귤 다음으로 큰 비중을 차지하는 중요한 작물로서 '95년도의 재배면적 6,498 ha, 생산량 125,360 톤, 조수익 942억 원으로 제주도 농업 총생산액의 12.5%를 차지하고 있으며 최근에는 그 재배면적이 급격히 증가되고 있다. 그런데 지난 95년도부터 여름 감자재배시 씨감자를 심은 후 발아가 되지 않는 병이 제주도 전역에서 대대적으로 발생되어 이로 인한 피해가 급격히 늘어나 제주도 감자의 안정적 생산에 심각한 문제가 되고 있다. 특히 그동안 1,000 ha (약 300만 평) 이상으로 추정되는 재배지에서의 발생으로 인하여 폐농하는 농가가 늘고 있으며 발생하는 피해액도 연간 200억 원 이상으로 추산되고 있다. 이러한 시점에서 제주도에서는 그 원인이 감자혹지병(검은무늬싹음병)이라고 생각하여 농민들에게 혹지병 방제약제 살포를 추천하였으나 방제효과가 전혀 없어 많은 농민들이 어려움에 직면해 있는 실정이다. 본 글에서는 이 병의 원인을 밝히기 위하여 1997년도 1년간 수행한 연구결과를 중심으로 발병 상태 및 원인에 관한 내용을 간략하게 기술하고자 한다.

발생현황

병이 발생된 포장은 1995-97년 동안 제주도 전역에서 약 300만평 정도로 추산되었으며 발생정도는 포장에 따라 다르기는 하나 10-95% 정도였다(표 1). 발생이 심한 경우에는 거의 포장전체에서 발생되었으며, 이 병이 심하게 발생되었던 토양에 씨감자를 식부하여 온실내에서 20-24C로 유지하면서 병발생 정도를 관찰하였는데, 역시 포장에 따라 전체 씨감자의 6-37% 정도가 병에 걸려 싹었다(표 2).

표 1. 제주도 감자재배 포장별 싹 싹음병 발생정도

포 장	재배면적(평)	발병율(%)
해안동	15,000	30.8
비자림	6,000	16.0
세 화	3,000	93.5
송 당	7,500	85.0
가시리	15,000	49.5
금 악	30,000	95.0

*발병율(%)=(이병주 수/총 식부주 수)×100

*97. 9. 5. 발병조사

표 2. 이병토양에서 감자썩음병 발생정도

포 장	총 썩수	발병율(%)
제대	10	37
가시리	11	6
어승생	21	17
성읍(건전토)	7	0

*온실 포트실험: 1997. 5. 24~6. 11.

*발병정도: 0; 건전, 100; 완전 썩음.

병징 및 발생포장 환경

병징은 그림 1과 같이 감자의 싹 부분이 발아하기 전 흙속에서 완전히 썩어버려 마치 곤충이 갉아 먹은 것 같은 모양이 된다. 그러나, 뿌리의 발육은 정상적이며 싹이 일단 지상부로 나오면 썩지 않는다. 병원균은 감자 싹이 나오기 시작할 때 끝 부분을 침입하여 처음에는 침입부위가 연한 갈색반점 형태를 띠지만 병이 진전될수록 전체 싹이 짓물러져 짙은 암갈색으로 변하면서 싹 전체가 썩어버린다. 이 병은 2월에 파종하는 봄감자의 경우에는 큰 피해가 없으나 8월 초에 파종하는 여름감자의 경우에 피해가 더 큰 것으로 알려져 있다. 감자생산 농가에서는 이 병이 토양산도가 낮은 지역, 목초지, 개간지 등에서 많이 발생되고, 파종기인 8월 초의 온도가 높거나 건조할 때 발병이 더욱 심한 것으로 알려져 있다. 또한 이 병과 유사한 병이 제주도 외에도 경상남도 밀양, 충청과 강원도 평창, 고령 등 감자재배 지역에서도 발견되었다고 농민들이 얘기하고 있다.

1996년도 제주도 봉개, 봉성지역을 포함하여 발병이 심했던 5개 지역, 1997년도 세화, 송당지역의 대발생지와 건전한 2지역의 포장에서 토양을 채취하여 이화학성을 분석하였는데 그 결과는 표 3과 같다. 병 발생이 심했던 5개 지역 토양의 pH는 3.5~4.8 정도의 산성토양이었으며, 병이 발생되지 않았던 건전토양도 3.5~3.7로 유사하였다. 그 외 무기질소, 염류농도, 인산 및 주요 무기이온 함량 성분



그림 1. 감자썩음병의 전형적 병징 및 발생포장.

표 3. 감자썩음병 발생포장의 토양화학 성분

포장	발병	pH	Inorg-N (ppm)	EC _s (ds/cm)	P ₂ O ₅ (ppm)	K	Ca (ppm)	Mg
봉 성 ^a	심함	3.8	99	0.37	163.8	0.61	1.64	0.60
제 대 ^a	심함	4.7	45	0.10	154.2	1.02	1.69	1.43
어승생 ^a	심함	4.7	25	0.06	91.6	0.48	1.19	0.46
세 화 ^b	심함	3.8	449	0.59	31.0	1.58	0.95	0.57
승 당 ^b	심함	4.8	510	0.68	53.0	1.35	2.59	1.48
가시리 ^a	건전	3.5	41	0.52	289.1	1.02	1.69	1.08
성 읍 ^b	건전	3.7	48	0.36	130.1	0.79	1.54	0.92

a: '96년도 대 발생지, '97. 5. 9. 토양채취

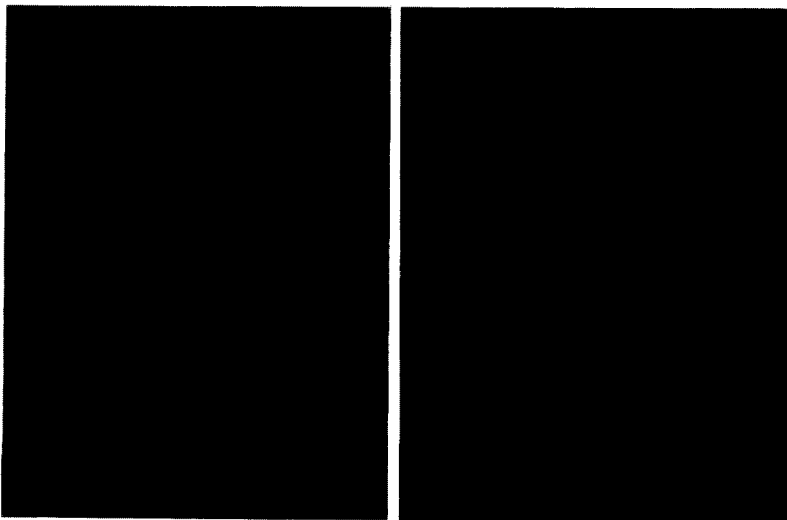
b: '97년도 대 발생지, '97. 9. 5. 토양채취

표 4. 감자썩음병 발생토양의 Fusarium 밀도

포 장	밀도 (10 ³ cfu/g토양)
봉 개	20.3
봉 성	59.3
제 대	29.6
가시리	66.3
어승생	48.6
가시리(건전포장)	33.3
성 읍(건전포장)	31.6

도 병발생 정도와 관련지어 포장 간에 유의성 있는 차이는 없었다. 이것으로 미루어 볼 때 감자썩이 썩는 병의 발생여부는 토양 화학성분 차이에 의한 직접적인 영향은 아닌 것으로 보여진다.

선택배지를 이용하여 썩 썩음병 발생포장의 Fusarium 밀도를 조사한 결과는 표 4와 같다. 포장별로 밀도가 다양하였는데, 발병이 심한 5개 지역의 평균 밀도가 44.8로 건전토양의 32.5 cfu/g토양보

그림 2. 감자썩 썩음병균 *Fusarium solani*의 대형분생포자(A) 및 소형분생포자(B)의 모양.

다 높은 경향을 보였으나 발병포장과 건전한 포장에서의 유의성 있는 차이는 없었다.

병원균의 분리, 동정 및 생태

병든 감자뿌에서 20개 이상의 균주를 순수분리 하여 포자현탁액으로 병원성을 조사한 결과 여러 개의 균주가 자연상태에서와 같은 동일한 병징을 보였고, 병원균을 접종하여 병이 발생한 조직에서 병균을 재분리 한 결과 동일한 병원균이 있음이 확인되었다. 병원성이 확인된 균주를 형태적 특징을 바탕으로 동정한 결과 *Fusarium solani*로 동정되었다(그림 2). 국내외 문헌에 의하면 감자의 종자 절편부패병(seed piece decay) 또는 감자괴경썩음병(stem end rot)의 병징에서 *Fusarium spp.*가 발견된다는 보고는 있었으나, 본 연구에서와 같은 감자뿌 썩음병징에 관한 내용은 전혀 보고되지 않았다. 따라서 본 병을 '감자뿌 썩음병 (potato sprout rot)'으로 명명하고자 한다.

병원균 *F. solani*의 온도별 균사생장 정도를 비교한 결과 GS1, BG7 두 균주 모두 20-30C에서 7일 후 균사생장이 6 cm 정도로 양호하였으나 35C에서는 생장이 아주 억제되었다(그림 3). pH별 균사생장도 3-4의 산성에서는 다소 억제가 되었으나 5-8정도에서는 큰 차이 없이 정상적인 균사생장이 되었다(그림 4). 이 결과로 볼 때 썩 썩음병을 일으키는 병원균은 제주도의 봄, 여름 감자재배 시 모두 생장이 가능하다고 볼 수 있으며, 실제로 포장조사 결과 초 봄의 감자밭아가 얇된 곳에서도 전형적인 이 병의 발생을 관찰할 수 있었던 것이나 비닐 mulching 속의 땅속 온도가 20C 이상인 것도 이 결과를 뒷받침 한다. 여름철 온도가 높거나 비가 적게 오는 경우(1996년도 대발생)에는 상대적으로 병원균을 억제하는 여러가지 길항세균의 활성이 병원균에 비해 급격히 떨어지므로 병원균의 발병능력(inoculum potential)이 증대되어 발병이 많이 될 수 있다. 이 병은 제주도와 같이 pH가 낮은 토양뿐만 아니라 다소 pH가 높은 육지의 감자재배 포장에서도 발생이 많이 될 것으로 생각되며, 앞으로 이 병의 방제에 필요한 기초자료로 발생정도와 토양환경(수분, 토성, pH 등)의 상관관계에 대한 추가 연구가 필요하다.

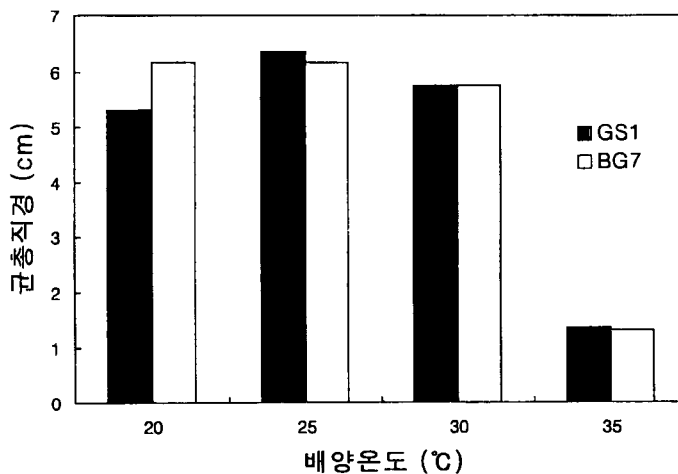


그림 3. 감자뿌 썩음병균 *Fusarium solani*의 온도별 균사생장.

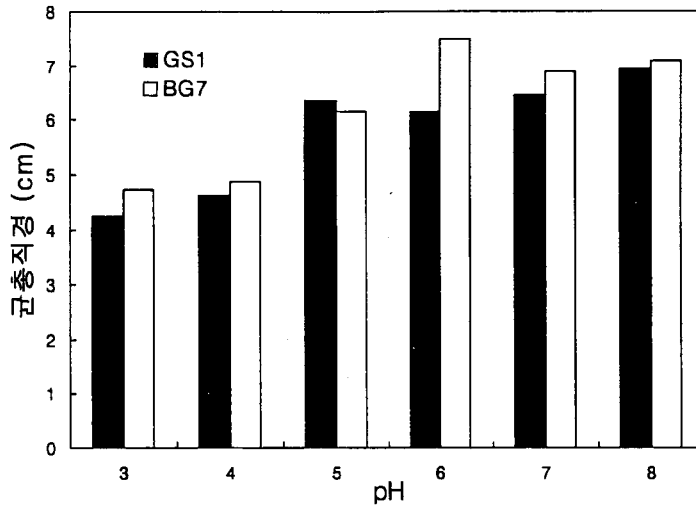


그림 4. 감자썩음병균 *Fusarium solani*의 pH별 균사생장.

표 5. 길항미생물 처리에 의한 감자썩음병의 생물학적 방제효과

처리	발병율(%)	방제가(%)	수량(kg/평)	중수(%)
중서침지	9.3	69.8	4.12	44.6
토양혼합	8.8	71.4	3.03	6.3
무 처리	30.8	-	2.85	-

*1997. 7. 14 파종, 10. 16 수확

*사용된 씨감자는 양액으로 재배된 소형괴경(약 5g/개)으로 제주도 농촌진흥원에서 분양 받았습

생물학적 방제 가능성

감자썩음병은 *F. solani*에 의한 토양전염병이기 때문에 다른 작물의 토양병과 마찬가지로 방제가 어렵다. 씨감자 파종시에 살균제 분의처리 등 화학적방법을 이용할 수는 있으나 토양 속에서 감자썩이 발아하는 기간이 길기 때문에 이 방법의 방제효과는 의문시 된다. 따라서 전년도 본 연구실에서는 길항미생물을 이용한 생물학적 방제를 시도한 결과 1996년도 발병이 심했던 제주도 감자포장에서 표 5와 같은 방제효과를 얻었다. 이 결과를 두고 볼 때 이 병의 생물학적 방제 가능성은 높은 것으로 생각되며, 올해 더 많은 포장을 이용하여 실험을 수행할 예정이다. 기타 경종적인 방제법에 대한 추후 연구도 더 필요한 것으로 생각된다.

감사의 말씀

본 연구결과의 대부분은 한국과학재단 지정 제주대학교 아열대 원예산업 연구센터의 연구비 지원(과제번호: 97-15-01-03-A-2)으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다. 또한 본 실험에 사용된 양액재배 소형감자 괴경을 분양해 주신 제주도 농촌진흥원 원예과 김기택 과장님과 시험포장을 제공해 주

신 제주 위탁영농회사 김희용 사장님께 감사드립니다. 연구 수행과정에서 감자관련 문헌과 토의 및 제안을 해주신 고령지시험장 함영일 박사님께도 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Hooker, W. J. 1983. *Compendium of Potato Diseases*. Amer. Phytopath. Soc., 125 pp.
2. 함영일, 박천수, 안재훈, 최관순. 1993. 감자과종 후 절편부패의 원인구명 및 방제에 관한 연구. 농업논문집 35(1) : 530-533.
3. 박천수, 함영일, 신관용. 1987. 재배방법이 감자의 흑지병 발생 및 수량에 미치는 영향. 한국식물보호학회지 26(4) : 251-255.
4. Rowe, R. C. 1993. *Potato Health Management*. APS Press
5. Nelson, P. E., Toussoun, T. A., Marasas, W. F. O. 1983. *Fusarium species. An illustrated manual for identification*. The Pennsylvania State University Press.
6. Barnett, H. L., Hunter, B. B. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Burgess Pub. Co.