

딸기 병걸린 식물잔재물과 토양에서 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*의 월동과 생존

남명현 · 송정영¹ · 김흥기^{1*}

충남농업기술원 논산딸기시험장, ¹충남대학교 응용생물학과

Overwinter and Survival of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* in Soil and Plant Debris of Strawberry

Myeong Hyeon Nam, Jung Young Song¹ and Hong Gi Kim^{1*}

Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungnam ARES, Nonsan 320-862, Korea

¹Dept. of Appl. Biol., Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Received on June 8, 2004)

The overwinter and survival of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* in strawberry tissues under field conditions was investigated in 2001 and 2002. The rates of overwinter survival in plant petiole, runner and crown were 68.7, 14.3, and 26.7%, respectively. But, under field condition, viable conidia of overwinter were not detected at the surface, 3, 5, and 10 cm depths of soil. To investigate the survival ability in soil and plant debris, *C. gloeosporioides* and *G. cingulata* isolates from strawberry were examined in laboratory and field. The viability of conidia was rapidly declined in all the treatments, with a 40% reduction in population within 10 days. In soil, the survival ability of *G. cingulata* conidia was similar to that of *C. gloeosporioides*. The survival rate of conidia was highest under cool and dry soil conditions, and was decreased by increasing both soil temperature and moisture content. Similar results were also obtained under the condition that infected petioles were buried in soil. Results suggested that conidia as well as plant debris might be a main primary inoculum source of strawberry anthracnose.

Keywords : *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*, overwinter, strawberry, survival ability

딸기탄저병은 주로 육묘기에 발생하며 묘의 관부, 엽병, 런너 등에 침입하여 묘의 고사를 초래하는 딸기의 주요 병해이다(Kim 등, 1999). 국내의 딸기탄저병은 1992년 경남 밀양 및 경주에서 최초로 발생이 보고되었고(Kim 등, 1992) 그 후, 병원균은 완전세대를 형성하지 않는 *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.와 완전세대를 형성하는 *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. & H. Sch.로 기술됐다(Nam 등, 1998). 탄저병은 육묘기에 한 번 발생하면 큰 피해를 초래하기 때문에 병 방제를 위해서는 무엇보다도 병을 일차적으로 전염시키는 1차 전염원을 찾아 제거하는 것이 딸기 탄저병의 근원적인 방제 방법이 된다(Agrios, 1997). 탄저병 발생과 밀접

한 관련이 있는 제1차 전염원으로서 *C. acutatum*, *C. coccodes*, *C. lindemuthianum*, *C. truncatum*, *C. dematium*은 각각 감염된 기주 식물체에서 월동하는 것이 밝혀졌다(Dillard 등, 1993, 1998; Khan 등, 1991; Norman 등, 1997; Yoshida 등, 1999). 이들 여러 종의 탄저병균 중에서 *C. lindemuthianum*은 Newyork주에서 0~20 cm 깊이의 토양에 있는 콩 절편에서 4개월 동안 월동을 하며(Dillard 등, 1993), Khan 등(1991)에 의해 *C. truncatum*은 여러 식물절편 및 토양이 1차 전염원이고, 특히 토양에서의 분생 포자 생존은 토양습도 및 온도와 밀접한 관련이 있음이 보고된 바 있다. 그러나 *Colletotrichum*속균 중에서도 딸기탄저병균인 *C. fragariae*에 감염된 식물체가 있는 토양에서 자란 건전한 묘에는 탄저병이 발생하지만 토양에서는 이 균이 생존하지 않는다고 하였다(Horn 등, 1968). *C. acutatum*은 감염된 토양과 딸기 과실에서 월동하지만

*Corresponding author

Phone)+82-42-821-5768, Fax)+82-42-823-8679

E-mail)hgkim@cnu.ac.kr

(Eastburn 등, 1990; Wilson 등, 1992), *C. gloeosporioides* 는 딸기의 관부조직에서는 월하(oversummer)하지 못한다 (Urena-padilla 등, 2001).

국내에서도 5월과 7월 육묘포의 토양에서는 탄저병균이 검출되지 않고 모주를 통한 전염 가능성을 확인하였지만(Kim 등, 2002) 탄저병균의 월동가능성과 토양에서의 생존조건에 대해서는 구체적으로 연구가 되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 보고된 딸기탄저병균 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*의 토양 및 이병잔재물에서 월동 가능성과 토양 속에서의 생존조건을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

포장에서 탄저병균의 월동조사. 2001년 7~8월 노지 육묘포장에서 ‘아끼히메’ 품종의 식물체들을 탄저병균에 인공 접종시켜 묘가 고사되게 한 다음, 겨울동안 그대로 월동시킨 후 2002년 3월 4일 이병묘 포장에서 표층, 3, 5, 10 cm 깊이의 토양과 이병된 런너 28개, 엽병 32개와 관부 30개를 채취하였다. 토양 1 g를 희석하여 평판배양하였고 이병 식물체는 70% 알코올로 1분간 표면소독한 후 증류수로 5회 세척 건조하여 WA배지 위에 놓고, 자라나온 균사를 PDA배지에 옮겨 배양한 후 병원균을 동정하였다.

토양조건에 따른 분생포자의 생존. 탄저병균의 토양에서의 생존조건을 분석하기 위해 딸기 재배농가의 육묘포장에서 양토(점토 16%, 모래 38%, 미사 46%)를 채취하여 standard testing sieve(1.4 mm, No.14)로 거르고 고압 멸균(100°C, 1.0기압, 1시간)하여 페트리디쉬에 넣었다. 이 토양을 건조(토양수분 0%), 습윤(토양수분 8~10%) 및 침수(토양수분 100%) 상태로 각각 만든 후, 탄저병균 CGF49, CGF225 균주의 포자현탁액(1×10⁶ 포자/ml)을 토양 1 g당 0.01 ml² 접종하였다. 접종 후 10, 25, 40°C의 온도에 배양하여 처리 3, 10, 20, 30, 40, 50일 후 토양 1 g를 채취하

여 Ekefan 등(2000)의 탄저병균 토양 선택배지(PDA + streptomycin sulfate 100 mg, pencycuron 50 mg, tolclofosmethyl 10 mg)에 희석평판 배양하여 탄저병균의 CFU값을 log값으로 환산하여 조사하였다. 또한 탄저병균에 감염되어 수침 상으로 병반이 형성된 이병 엽병을 처리 당 10개씩 위의 토양과 온도조건 하에서 토양 속에 묻었다. 처리 30일과 50일 후 병든 엽병을 채취하여 70% 알코올로 표면 소독한 다음 Czapek's agar 배지에 치상하여 탄저병균 생존율을 조사하였다.

결과 및 고찰

포장에서 탄저병균의 월동조사. 월동 후 탄저병균 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata* 모두 이병된 토양 표층, 3, 5, 10 cm 깊이에서 전혀 검출되지 않았다. 그러나 월동한 이병 식물체에서는 탄저병균 분리율이 엽병 68.7%, 관부 26.7%, 런너 14.3%의 분리비를 나타내어 엽병에서 높은 비율을 나타냈다(Table 1). 특히 관부 부위에서는 탄저병균 외에 *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. 등 토양에서 생존하는 진균이 같이 분리되었다.

대전지역의 겨울 동안 기상을 보면 12월~2월 사이에 평균최저기온이 영하로 떨어졌으며(Table 2), 5 cm 깊이

Table 1. Isolation frequency of anthracnose and major soil-borne pathogen from naturally infected strawberry tissues after overwintering

Part	(% Isolation ^a)			
	<i>C. gloeosporioides</i> and <i>G. cingulata</i>	<i>Rhizoctonia</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	Others
Petiole	68.7	0	0	31.3
Runner	14.3	21.4	0	64.3
Crown	26.7	6.7	13.4	53.2

^aTwenty eight to thirty two pieces of infected plant debris were placed on PDA plates.

Table 2. Average monthly data of air temperature, relative humidity and precipitation from October, 2001 to March, 2002 in Daejeon city

Period	Air temperature (°C)			Relative humidity (%)	Precipitation (mm)	Soil temp. ^a
	Max	Min	Mean			
2001 Oct.	21.4	11.1	15.7	25.5	91.2	19.5
Nov.	12.7	1.0	6.4	17.7	10.8	11.4
Dec.	5.0	-4.5	0.0	12.2	20.4	4.9
2002 Jan.	6.3	-2.5	1.7	16.6	92.1	3.5
Feb.	8.4	-2.7	2.4	14.5	12.0	3.3
Mar.	15.0	2.8	8.6	22.4	33.5	8.1

^aThe 5 cm-underground part from soil surface was investigated.

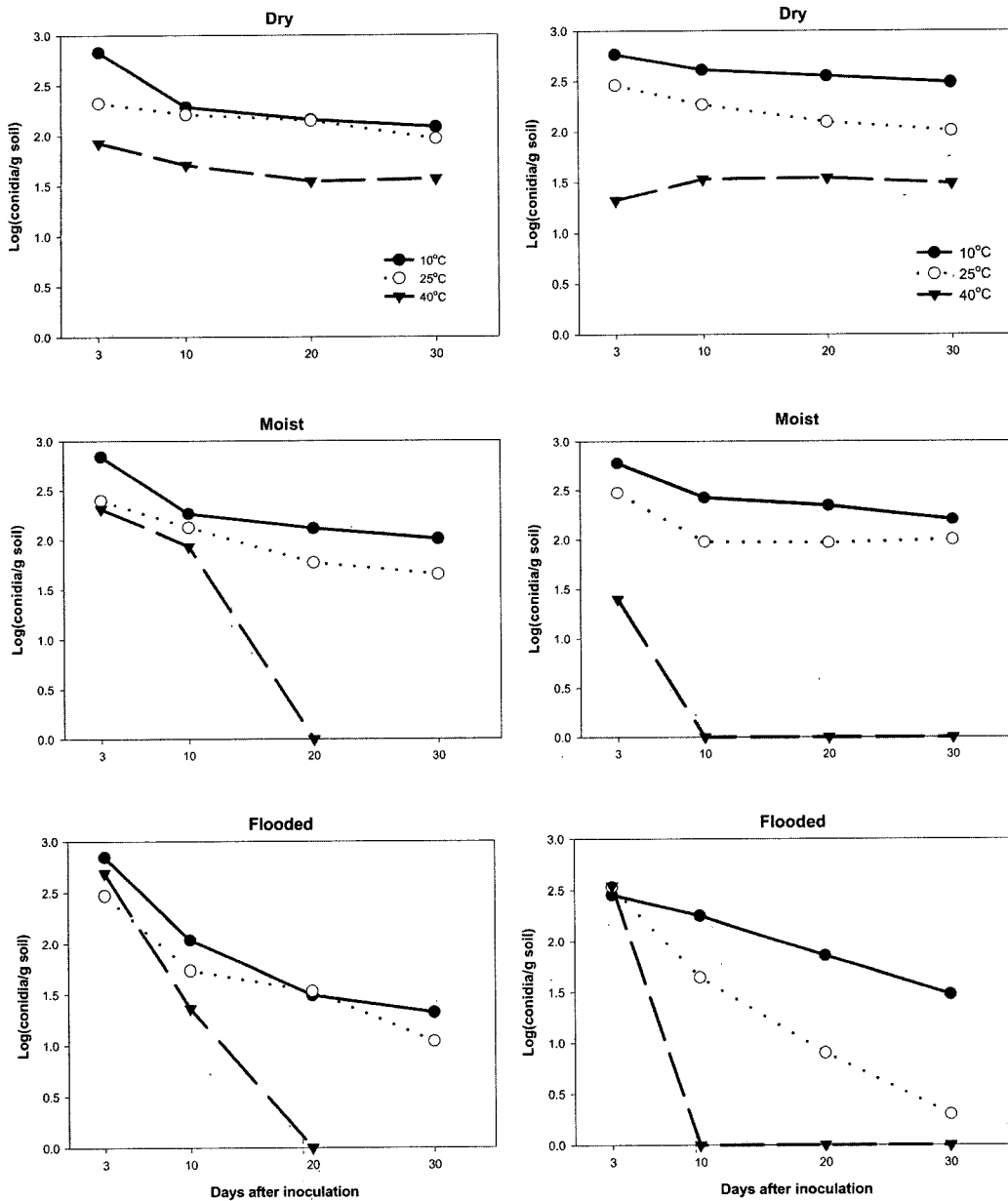


Fig. 1. Number of viable *Colletotrichum gloeosporioides* (left) and *Glomerella cingulata* (right) conidia recovered from sterilized soil maintained at the incubator at 10°C, 25°C, 40°C under dry, moist and flooded of soil over 30 days.

의 토양온도는 그 기간 동안에 3~4°C를 기록하고 있지만 이와 같은 온도에서, 이병된 조직 내의 탄저병균은 월동을 충분히 하였다. 이 결과로 충남지역에서 딸기탄저병균은 토양에서는 월동하지 못하고 다만 이병 식물의 관부나 런너, 엽병에서 내재해 있다가 다음해 1차전염원이 되는 것으로 확인되었다.

토양조건에 따른 분생포자의 생존. 토양 속에서 온도와 습도 처리에 따른 딸기 탄저병균 *C. gloeosporioides* (CGF49)와 *G. cingulata*(CGF225)포자의 개체군 생존율은

모든 처리에서 시간이 지남에 따라 점진적으로 감소하였다(Fig. 1). 검출된 개체군은 처리 10일 안에 모든 처리에서 40%이상 감소하였고, 10일 이후에는 *G. cingulata*포자가 *C. gloeosporioides*포자보다 토양에서의 생존율이 약간 높았다. 생존포자수는 토양습도가 증가하고 온도가 높을수록 급격히 감소하였으며 처리 10일 후에 침수상태에서 25°C와 40°C 처리에서의 개체군은 급격히 떨어져 토양 1g당 10개 이하로 감소하였으며 40°C의 침수처리구에서는 10일 후 전혀 생존하지 못했다. 그러나 건조상태에서

Table 3. Survival of anthracnose pathogen^a on infected petioles buried in soil

Soil condition	Survival rate ^b on days after burying					
	10°C		25°C		40°C	
	30 days	50 days	30 days	50 days	30 days	50 days
Dry	100	83.3	100	83.3	100	75.0
Moist	73.3	0	25.0	0	0.0	0
Flooded	90.0	0	12.5	0	0.0	0

^aBoth *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata*.

^bTen pieces of infected petioles were placed on Czapeks agar and investigated after 30 and 50 days of incubation.

10°C와 25°C 처리에서의 포자 개체군은 토양 1 g당 200 개를 유지하였다.

*C. acutatum*의 생존율은 춥고 건조한 토양조건에서 높고, 토양온도와 습도가 증가하면 감소하며, 분생포자는 이 병잔재물에서 3개월까지 생존 가능하다고 한다(Eastburn 등, 1992; Norman 등, 1997). 국내의 딸기 육묘기간은 4월 중순에서 8월 하순으로 이때 지하 5 cm의 지온은 약 15°C~25°C인데 이 조건에서는 본 실험 결과와 같이 분생포자는 토양에서 10일 이상 생존할 수 있을 것으로 여겨지므로 육묘포장의 토양에서 자묘로 감염될 가능성이 있다. 따라서 병원균의 토양 중 생존은 추후 포장조건하에서 장기간 검토할 필요가 있겠다.

이병엽병을 토양에 묻은 후 토양 온도와 수분을 달리 하여 보존한 다음, 탄저병균의 생존율을 조사한 결과 토양이 건조한 상태에서는 처리 30일 후 100% 검출되었다(Table 3). 그러나 토양 수분이 많은 다습구와 침수구, 그리고 토양온도가 높은 처리에서는 엽병에서의 병원균 생존율도 떨어지는 경향이 있었다. 처리 50일 후에는 건조구에서만 탄저병균이 생존하였고, 다습구와 침수구에서는 생존하지 못했다. 이러한 결과는 토양에서의 분생포자 생존율과 비슷하였는데, 특히 토양이 고온 다습한 조건이 되면 분생포자의 발아도 저하되고, 이병엽병은 빨리 부패하거나 다른 미생물과의 경쟁 등에 의해 탄저병균의 생존율은 더욱 떨어지는 것으로 추정된다.

요 약

2001년~2002년에 탄저병을 심하게 발생시킨 딸기 재배포장의 식물체 조직에서 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*의 월동과 토양에서의 생존유무를 조사하였다. 식물체의 엽병, 런너, 관부에서 월동 생존율은 각각 68.7%, 14.3%, 36.7%였다. 그러나 포장조건하에서 분생포자는 토양의 표면, 3, 5, 10 cm 깊이에서 전혀 검출되지 않았다. *C. gloeosporioides*와 *G.*

*cingulata*의 토양과 이병잔재물에서의 생존력을 비교 조사하기 위해 온도와 수분조건을 달리하여 처리한 다음 경시적으로 분리비율을 조사하였다. 분생포자는 모든 처리에서 10일 이내에 개체군이 40%까지 급격히 감소하였으며 시간이 지날수록 더욱 많이 사멸되었다. 토양 속에서 *G. cingulata* 분생포자의 생존율은 *C. gloeosporioides*와 비슷하였다. 분생포자의 생존율은 온도가 낮고 건조한 토양일수록 높았고 토양 온도와 습도가 증가할수록 감소하였다. 토양에 묻어둔 감염된 엽병분석에서도 유사한 경향을 나타내었다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology. Fourth edition. pp330-331.
- Dillard, H. R. and Cobb, A. C. 1993. Survival of *Colletotrichum lindemuthianum* in bean debris in New York state. *Plant Dis.* 77: 1223-1228.
- Dillard, H. R. and Cobb, A. C. 1998. Survival of *Colletotrichum coccodes* in infected tomato tissue and in soil. *Plant Dis.* 82: 235-238.
- Eastburn, D. M. and Gubler, W. D. 1990. Strawberry anthracnose: Detection and survival of *Colletotrichum acutatum* in soil. *Plant Dis.* 74: 161-163.
- Ekefan, E. J., Simons, S. A., Nwankiti, A. O. and Peters, J. C. 2000. Semi-selective medium for isolation of *Colletotrichum gloeosporioides* from soil. *Experimental agriculture* 36: 313-321.
- Horn, N. L. and Carver, R. G. 1968. Overwintering of *Colletotrichum fragariae* in strawberry crowns. *Phytopathology* 58: 540-541.
- Khan, M. and Sinclair, J. B. 1991. Effect of soil temperature on infection of soybean roots by sclerotia-forming isolates of *C. truncatum*. *Plant Dis.* 75: 282-285.
- Kim, H. G. and Nam, M. H. 1999. Anthracnose of strawberry in Korea. *Plant Dis. Agric.* 5(1): 8-13.
- Kim, S. H., Kim, D. G., Choi, S. G., Yoon, J. T. and Lee, J. T. 2002. Primary inoculum of strawberry anthracnose in nursing field. *Res. Plant Dis.* 8(4): 228-233.

- Kim, W. G., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1992. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *Korean J. Plant Pathol.* 8(3): 213-315.
- Nam, M. H., Jung, S. K., Yoo, S. J., Seo, K. S. and Kim, H. G. 1998. Cultural and pathogenic characteristics between *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* isolated from strawberry in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 14(6): 654-660.
- Norman, D. J. and Strandberg, J. O. 1997. Survival of *Colletotrichum acutatum* in soil and plant debris of leatherleaf fern. *Plant Dis.* 81: 1177-1180.
- Urena-Padilla, A. R., Mitchell, D. J. and Legard, D. E. 2001. Oversummer survival of inoculum for *Colletotrichum* crown rot in buried strawberry crown tissue. *Plant Dis.* 85: 750-754.
- Wilson, L. L., Madden, L. V. and Ellis, M. A. 1992. Overwinter survival of *Colletotrichum acutatum* in infected strawberry fruit in Ohio. *Plant Dis.* 76: 948-950.
- Yoshida, S. and Shirata, A. 1999. Survival of *Colletotrichum dematium* in soil and infected mulberry leaves. *Plant Dis.* 83: 465-468.