

딸기탄저병의 시기별 발생과 감염경로

김승한* · 최성용 · 임양숙 · 윤재탁 · 최부술
경상북도농업기술원

Seasonal Occurrence and Infection Site of Strawberry Anthracnose

Seung-Han Kim*, Sung-Yong Choi, Yang-Sook Lim, Jae-Tak Yoon and Boo-Sull Choi

Kyungbuk Agricultural Technology Administration, Daegu 702-320, Korea

(Received on December 20, 2001)

Seasonal occurrence of strawberry anthracnose in greenhouses caused by *Colletotrichum* sp. was examined from 1997 through 1999 at three locations, Kyeongju, Goryeong, and Cheongdo in Kyungbuk province, Korea. Also some factors related to the anthracnose infection such as initial infection sites, inoculation methods, and soil nature were studied through in vitro and field experiments. The anthracnose disease begun to occur from 15 days after transplanting in early October, and continued but gradually decreased thereafter for 2 months until December. After transplanting, initial infection mainly occurred through the runner of which the tissue was more susceptible to the anthracnose than those of the leaf and petiole when the fungal mycelial disk was inoculated. Postplanting inoculation by irrigation with spore suspension was much more effective in inducing the anthracnose disease than preplanting soil mix. However, without inoculation, no or little anthracnose occurred regardless of commercial, non-cultivated or diseased field soils when healthy seedlings were planted. This suggests that occurrence of strawberry anthracnose in fields may be related to contamination of plant propagules with the anthracnose pathogen.

Keywords : anthracnose, penetration

딸기 탄저병은 국내의 경우 김 등(1992)이 유성세대인 *Glomerella cingulata*를 최초 보고하였으며, 남 등(1998)이 무성세대인 *Colletotrichum gloeosporioides*를 보고하였다. 외국의 경우 *C. gloeosporioides*(Howard and Albregts, 1984), *C. fragariae*(Brooks, 1931), *C. dematium*(Beraha and Wright, 1973), *C. acutatum*(Smith and Black, 1986) 등이 보고되어 있다. 탄저병의 일반적인 감염경로는 과일, 종자, 식물잔사체 등에서 균사, 자낭각, 또는 분생포자로 월동하며 토양에서는 자낭각으로 월동하는데 토양의 경우 5°C에서는 60일간 25°C에서는 10일간 생존이 가능하다(石川, 1990). 환경조건이 적합할 때 1차전염원에서 형성된 포자가 강우나 바람 등에 의해 전파됨으로써 2차전염원 역할을 하고(Agrios, 1997). 2차 전염시 빗방울의 크기에 많은 영향을 받는다고 한다(Ntahimpera 등, 1997). 본 병은 딸기재배시 가장 중요한 병해로 농가에서는 이

를 방제하기 위하여 건전한 육묘포를 선별하고 묘 재식 후 육묘기간 중 수회에 걸쳐 약제방제를 실시한다. 채묘 시는 마지막 런너에서 발생한 묘 중 육안 관찰상 건전한 개체를 선별하여 정식하며 정식 후에도 집중적인 약제방제를 실시하고 있다. 그러나 농가의 이러한 노력에도 불구하고 탄저병의 발생은 줄지 않고 있다. 이러한 현상은 딸기재배용으로 사용하는 하우스의 대부분이 오랜 기간 동안 연작을 하고 있고 휴경기가 3개월 가량으로 짧아서 토양 내에 탄저병균이 존재하여 토양을 통해 감염될 가능성이 있다. 또 다른 가능성으로 육묘 또는 채묘과정 중 탄저병균에 감염되었다가 본포에 정식된 후 발병할 가능성도 있다. 그러므로 본포 정식시 발생하는 딸기탄저병의 방제를 위해서는 정확한 감염경로를 밝히는 것이 우선이므로 딸기탄저병의 전염경로를 밝히고자 수행한 시험결과를 보고하는 바이다.

*Corresponding author
Phone)+82-53-320-0234, Fax)+82-53-321-7730
E-mail)kshan1@naver.com

재료 및 방법

시기별 발병을 및 침입부위 조사. 1997-1999년 동안



Fig. 1. Symptom of strawberry anthracnose by *Colletotrichum* sp. after transplanting to plastic house; (a) infection from wound by petiole removal, (b) from runner.

10월부터 다음해 2월까지 경북지방의 딸기 주재배지인 경주, 고령, 청도지역에서 여홍품종을 대상으로 지상부가 시들음현상을 보이고 크라운 부위 내부가 갈변된 포기를 탄저병으로 간주하여 발병율을 조사하였다. 조사포장은 각 지역별로 9포장을 선정하여 월 1~2회 조사하였다. 조사포장에서 이병된 포기를 채집하여 수도물로 세척후 런너 부위를 중심으로 조직을 세로로 절개하여 Fig. 1에서와 같이 크라운 부위중 갈변현상이 시작된 부위를 초기진전 부위로 간주하여 탄저병의 초기침입부위를 조사하였다. 조사 후 Streptomycin-S과 Penicillin-G가 각각 500 ppm 함유된 Potato Dextrose Agar(PDA)배지에 이병조직을 치상하여 병원균을 분리하였다. 분리된 병원균은 형태적 특성

에 따라 탄저병임을 확인하고 PDA사면배지에 보관하면서 실험에 사용하였다.

딸기조직에 대한 병원성. 딸기의 런너, 잎줄기, 잎조직을 3개씩 취하여 1%차아염소산나트륨으로 표면살균후 접종에 이용하였다. 접종원은 분리된 균주를 PDA배지에서 7일간 배양후 형성된 균층의 선단부를 직경 5 mm의 코르크보러로 떼어내어 얻은 균사조각을 사용하였다. 이 균사조각을 균사가 자라는 면이 조직과 접촉하게 하여 딸기의 각 부위에 얹은 후 습실처리된 용기에 담아 25°C항온기에 보관하여 발병을 유도하였다. 접종 5일 후 균사조각을 제거하고 조직에서 갈색의 병반이 형성된 길이 및 직경으로 발병정도를 조사하였다.

접종방법별 발병정도. PDA배지에 배양하여 표면에 형성된 딸기탄저병균의 포자를 살균수로 취하여 농도를 $10^6 \sim 10^7/m^3$ 로 조정하고 접종원으로 사용하였다. 접종은 살균증류수로 준비한 탄저병균 포자현탁액을 토양에 혼합하거나 생장점부위에 관주하여 실시하였다. 토양혼합접종은 시판용 상토에 Yeast extract 0.1%, sucrose 1%를 첨가하여 살균후 위에서 조제된 포자현탁액을 10 ml/점종하고 25°C항온기에서 10일간 배양하여 표면에 탄저병균의 균사가 충분히 자란 것을 확인 후 이 토양과 시판상토를 1:2의 비율로 섞어 딸기묘를 18주 정식하였다. 관주접종은 시판상토를 이용하여 딸기묘를 18주 정식 후 위에서 조제된 포자현탁액을 생장점 부위로 포기당 10 ml/씩 관주하여 점종하였다.

묘의 성숙정도별 감수성. 경상북도 농업기술원의 시험포에 육묘된 딸기묘를 시험에 사용하였다. 런너에서 형성된 자묘중 뿌리가 활착되고 잎이 약 3매가량 전개된 묘를 시판용상토(바로커)에 10일 간격으로 5포기씩 5회 이식하였다. 마지막 묘의 이식후 10일째에 위의 방법대로 관주접종을 실시하였으며 점종된 포기는 비닐하우스에 1개월간 보관하면서 시들음증상이나 지상부의 고사현상이 나타나는 포기를 조사하였다.

정식토양별 발병정도. 시험에 사용한 토양을 이병주 제거 토양, 딸기무재배 토양, 시판상토로 구분하여 농가용으로 판매되는 딸기묘(여홍품종)를 구입하여 정식하였다. 딸기 무재배 토양은 옥수수 육묘용 하우스를 이용하여 2000포기를 정식하였다. 시판상토처리구는 하우스내부에 사망 약 20 cm높이로 스티로폼을 세우고 바닥에 하우스피복용 비닐을 깔아 주변토양과 격리한 재배상에 시중에서 구입한 상토(상표명 : 바로커)를 채운 후 600포기를 정식하였으며 각 처리후 7일 간격으로 발병여부를 조사하였다. 이병주 제거토양은 딸기재배포장에서 고사된 포기를 제거한 자리에 시판상토구에 심은 후 2개월 동안

발병이 없어 건전하다고 판단되는 200포기를 이식하였다.

결과 및 고찰

시기별 발병을 및 침입부위. 여홍품종의 경우 고령지방에서는 9월 20일경부터 본포에 정식되기 시작하는데 정식후 20일경부터 발병되기 시작하였다. 시기별 발병율은 정식하고 나서 15일경부터 발병이 시작되어 약 1개월간 지속되다가 11월경 발생이 둔화되는 것을 볼 수 있었는데(Fig. 2) 이러한 현상이 발생하는 원인으로는 묘가 성숙함에 따라 탄저병에 대한 저항력이 강해지는 경우와 묘

상에서 탄저병에 잠복감염된 묘가 정식되는 경우등을 들 수 있다. 그러나 묘의 성숙단계별로 접종하였을 경우 전체가 고사하여 묘령에 따른 저항성차이는 볼 수 없었다. 탄저병의 침입부위는 정식후 약 1개월동안의 대부분은 런너 주위로 초기침입된 것을 관찰할 수 있었으며 그 후로는 런너부위보다 줄기를 제거한 측면을 통해 침입한 주의 비율이 상승함을 볼 수 있었다(Fig. 3). 경북지역에서 딸기는 관행적으로 정식후 3~4주간 활착을 위해 분수호스로 관수를 하고 비닐멀칭을 하며 11월 상순경부터 하엽을 제거하기 시작한다. 측면에서 침입된 포기의 발생과 농가의 작업상황을 비교해 보면 딸기하엽을 제거한 후에 주로 발생되었다. 따라서 재배초기에는 육묘포의 채묘 작업중에 절단된 런너나 뿌리를 통해 감염이 이루어졌다가 정식후 발병이 되는 것으로 추측되며 후기로 갈수록 하엽제거기에 잎줄기가 제거된 상처를 통해 토양중의 병원균이 다시 침입한 것으로 생각된다.

딸기 조직간 병원성. 각 지역에서 분리한 균주는 경주 32, 청도 13, 고령 23균주였다. 여홍품종에서는 균총이 연한 회색을 띠고 불규칙하면서 다량의 기증균사를 형성하며 포자는 거의 형성하지 않는 특성을 지닌 균들이 주로 분리되었으며 육보품종의 경우 흰색의 균사와 분홍색의 포자층을 형성하는 균들이 주로 분리되었다. 이들의 형태적 특징을 문헌과(Bailey and Jeger, 1992) 비교하여 *C. gloeosporioides*로 동정하였고 PDA배지에서 자낭을 형성하는 *G. cingulata*도 경주지역에서 2균주 분리되었다.

병징의 발현 및 진전속도는 균주별로 차이를 보였는데 자낭세대인 *G. cingulata*의 경우 병원성이 비교적 약한 반면 무성세대인 *C. gloeosporioides*는 강한 병원성을 보여주었다. 이들을 각각 여홍품종의 각 부위에 접종하였을 경우 런너에서 가장 심하게 발병하였으며 잎과 엽병

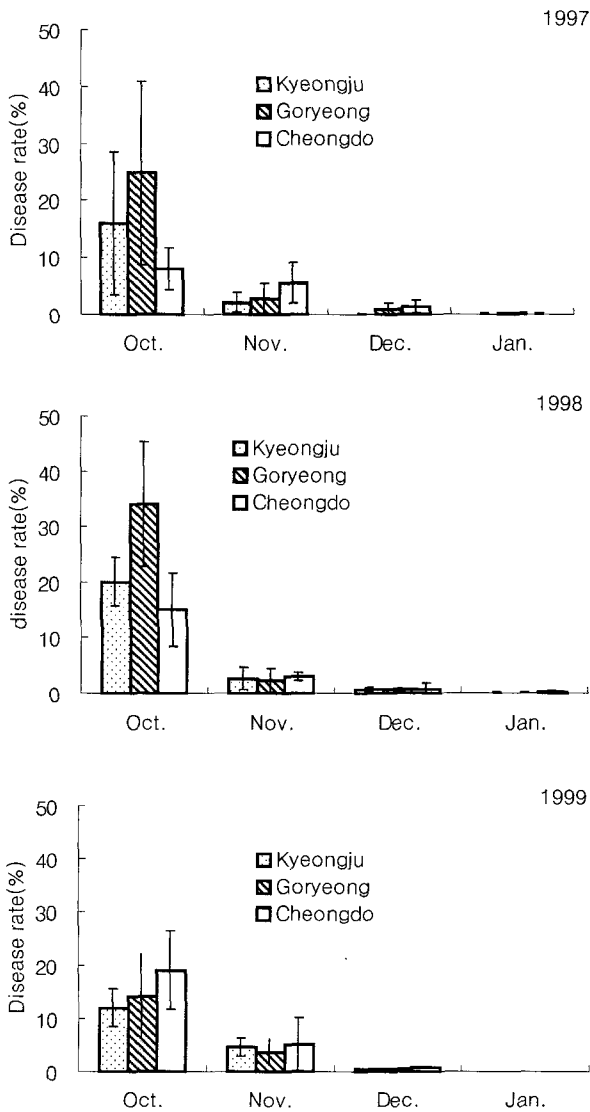


Fig. 2. Incidence of strawberry anthracnose in greenhouses at strawberry growing areas in Kyungbuk province (1999~1999).

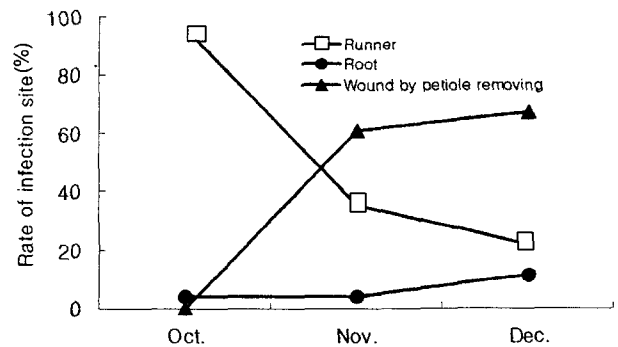


Fig. 3. Change of first infection site in growing season.
*To know the first infection site, each diseased plants were collected and the crowns were cut vertically.

Table 1. Aggressiveness of *Colletotrichum* sp. to tissue of strawberry organs (Cultivar : Reigou)

Region	Isolates	Susceptibility to ^a		
		Runner	Petiole	Leaf
Goryeong	G1	+++	+++	+
	G2	+++	+	+
	G3	++	+	+
	G4	+++	+++	+++
Cheongdo	C1	+++	+++	++
Kyeongju	K1*	+++	+	+++
	K2*	+++	+	+

+++ : high, ++ : medium, + : low.

**Glomerella cingulata*.

^aIsolates of *Colletotrichum* sp. were inoculated by mycelial disk and incubated in a humid chamber for 5 days.

Table 2. Disease rate and infection site of strawberry by *Colletotrichum* sp. according to inoculation methods

Inoculation methods ^a	Disease rate(%)	Infection site (No. of Plants)			
		Petiole	Flower bud	Runner	Root
Irrigation ^b	77.8	10	4	0	0
Soil mixing ^c	16.7	0	0	2	1

^a18 plants were inoculated, respectively.

^bSpore suspension of *Colletotrichum* sp. was irrigated to pots after planting strawberry plants.

^cThe soil that *Colletotrichum* sp. was inoculated to commercial soil and incubated for 10 days at 25°C was mixed with commercial soil to the ratio of 1:2 before planting strawberry plants.

에서 병징 발현 및 병반 진전 속도가 느렸다(Table 1). 그러므로 농가에서는 채묘시 마지막 런너에서 발근된 묘중 외관상 건전하게 보이는 묘만 골라서 정식을 하나 작업 과정상 런너절단이 불가피하므로 탄저병에 가장 감수성이 강한 런너를 통해 감염이 일어날 가능성이 있다. 접종 방법에 따른 발병율은 포자현탁액을 관주시 높은 발병율을 보여주었으며 토양접종 후 정식시는 발병율이 낮았다(Table 2). 따라서 본포에서 발생하는 관부탄저병의 경우에는 정식후 토양중의 탄저병균에 의한 감염보다는 탄저병균에 오염된 묘의 정식이 관부탄저병의 주원인인 것으로 판단된다.

토양별 발병정도. 시판용상포와 딸기 무재배 토양에서 재배한 딸기묘는 탄저병 발생이 거의 되지 않았는데 이로써 시험용으로 구입한 딸기묘는 잠복감염이 되어 있지 않은 것으로 판단된다. 이들 묘를 다시 이병주 제거 토양에 심었을 경우 발병이 되지 않았다(Table 3). Urena-

Table 3. Effect of planted soils on the development of strawberry anthracnose

Soil type ^a	No. of strawberry plants	
	Planted plants	Diseased plants ^b
A	600	0
B	2000	2
C	200	0

^aA : commercial soil, B : field with no previous cultivation of strawberry, C : the place that dead strawberry plant by anthracnose was removed.

^bThe number of diseased strawberry plants for 2 months after planting.

Padilla 등(2001)은 탄저병에 감염된 딸기식물체가 토양에 묻힌 경우 98일 이상 경과 시는 분리가 되지 않는다고 하였으며 묘상에서 발병이 없을 경우 재배포에서도 발병되지 않는다는 보고도 있다(Howard, 1992). 또한 *C. acutatum*의 경우 접종 후 48시간 이상 경과시 초기 포자는 피사되나 여기에서 형성된 2차포자와 부착기는 유지되며 접종 7일 후까지 탄저병균의 침입은 관찰되지 않았다고 한다(Leandro 등, 2001). 그러므로 탄저병의 전염은 정식토양을 통한 전염보다는 탄저병균에 의한 묘의 오염이 가장 큰 원인으로 보인다. 묘의 오염은 자묘 채취 전 강우 등에 의한 잠복감염과 자묘 채취 중 런너나 뿌리 등 절단 부위로 감염되는 두 경우를 들 수 있다. 만약 자묘 채취 전 잠복감염이 탄저병의 발생경로라면 지상부에도 다수 감염이 되어 정식 후 잎이나 줄기부분에 탄저병이 발생하는 것이 정상적이나 본포에서는 잎과 줄기 중 탄저병의 병징은 관찰할 수 없었다. 그리고 고사주의 대부분은 런너 주변에서 병징이 먼저 시작되므로 강우 등에 의한 자묘 채취 전 잠복감염보다는 채묘 과정 중의 감염이 주원인을 차지하는 것으로 보인다. 그러므로 딸기탄저병의 방제를 위해서는 채묘 직후 묘의 소독과 하엽 제거 후 해당 살균제의 살포가 필요하며 두 가지 방제가 동반되면 탄저병의 발병을 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

딸기탄저병의 발병특성은 정식 직후 격발하다가 시간이 지날수록 발병율이 감소하였으며 11월 이후에는 발병이 감소하였다. 정식 직후에는 주로 런너로 침입을 하였으나 엽병 제거 후는 제거한 상처부위로 주로 침입을 하였다. 식물체의 부위별로는 런너에서 가장 강한 병원력을 보였으며 접종방법별로는 생장점 부위로 관주를 할 경우 가장 발병율이 높았다. 딸기탄저병에 의해 고사된 포기를

제거한 자리에 건전한 포기를 심었을 경우 옮겨 심은 포기에서는 발병이 되지 않았다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. *Plant pathology*. 4th edition. pp.324-331 Academic press, New York, U.S.A.
- Bailey, J. A. and Jeger, M. J. 1992. *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control:1-26pp, C · A · B International, Wallingford, England.
- Beraha, L. and Wright, W. R. 1973. A new anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum dematium*. *Plant Dis. Rep.* 57: 445-448.
- Brooks, A. N. 1931. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum fragaria* n.sp. *Phytopathology* 21: 739-744.
- Howard, C. M. and Albrechts, E. E. 1984. Anthracnose of strawberry fruit caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (= *C. fragariae*). *Plant Dis.* 67: 1144-1146.
- Howard, C. M., Mass, J. L., Chandler, C. K. and Albrechts, E. E. 1992. Anthracnose of strawberry caused by the *Colletotrichum* complex in Florida. *Plant Dis.* 76: 976-981.
- 김완규, 조원대, 이영희. 1992. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.에 의한 딸기탄저병. *한식병지* 8: 213-215.
- Leandro, L. F. S., Gleason, M. L., Nutter, F. W., Wegulo, S. N. and Dixon, P. M. 2001. Germination and sporulation of *Colletotrichum acutatum* on symptomless strawberry leaves. *Phytopathology* 91: 659-664.
- 남명현, 정석기, 유성준, 서관석, 김흥기. 1998. 국내딸기 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*의 배양적, 병원학적 특성. *한식병지* 14: 654-660.
- Ntahimpera, N., Madden, L. V. and Willson, L. L. 1997. Effect of rain distribution alteration on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum*. *Phytopathology* 87: 649-655.
- 石川成壽. 1990. 土壤中におけるイチゴ炭そ病の苗の生存に及ぼす温度の影響. 關東東山病害研究會年報. 67集:85-86.
- Smith, B. J. and Black, L. L. 1986. First report of *Colletotrichum acutatum* on strawberry in the United States. *Plant Dis.* 70: 1074.
- Urena-Padilla, A. R., Michell, 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.