

감귤 탄저병균의 형태 및 배양적 특성

고영진* · 송장훈¹ · 안미연 · 문두길² · 한해룡² · 권혁모¹ · 문덕영¹

순천대학교 농생물학과, ¹제주감귤연구소, ²제주대학교 원예학과

Morphological and Cultural Characteristics of *Glomerella cingulata* Causing Anthracnose of Citrus

Young-Jin Koh*, Jang-Hoon Song¹, Mi-Yeon Ahn, Doo-Khil Moon²,
Hae-Ryong Han², Hyeog-Mo Kwon¹ and Duck-Young Moon¹

Department of Agricultural Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742,

¹Cheju Citrus Research Institute, RDA, Cheju 699-807,

²Department of Horticulture, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

ABSTRACT: *Glomerella cingulata* (conidial state : *Colletotrichum gloeosporioides*) was identified as the causal organism of anthracnose of citrus on the basis of morphological characteristics of the conidial state of the fungus isolated from infected leaves of Satsuma mandarin and its ascigerous state isolated from diseased twigs. The pathogen infected the leaves of Satsuma mandarin, citron and Natsu daidai only by wound inoculation. The optimum temperature range for mycelial growth and sporulation of conidia of the strain was 25~30°C, respectively. The characteristics of anthracnose strain of Satsuma mandarin such as growth rate and color of colony, shape and size of conidia, and appressoria were similar to those of FGG strain. However, the strain isolated from infected leaves and twigs of Satsuma mandarin was different from FGG strain to cause postharvest anthracnose of citrus, because some of morphological and pathological characteristics of the strain isolated did not correspond to those of FGG strain.

KEYWORDS: Anthracnose, Citrus, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*

감귤류(Citrus)에 발생하는 여러 가지 병해 중에서 탄저병은 감귤류의 잎, 가지, 열매 등에서 발생하는데, 자연 발병한 잎에는 초기에 암갈색의 둥글고 작은 반점이 형성되고 점차 진전되면서 잎 전체가 타버리거나 낙엽이 저 생육에 지장을 초래하기도 하며 열매에서는 담갈색의 부정형 병반이 형성되고 심하면 움푹 패어 썩어 들어가 품질을 저하시키거나 저장 중 발생하여 수량 손실을 초래하기도 한다(Whiteside 등 1988). 이러한 탄저병은 여러 가지 식물에 발생하는 다병성병으로서 우리 나라에서도 온주밀감(Satsuma mandarin, *Citrus unshiu*)에 탄저병이 발생하는 것으로 보고되었으며(한국식물보호학회, 1986), 병원균은 *Colletotrichum gloeosporioides*라고 보고되었지만(정, 1969), 그 균학적

특성에 관해서는 구체적으로 기술되어 있지 않다. 한편, 홍 등(1991)이 감귤 저장 중에 피해를 주는 병원균으로 *C. gloeosporioides*를 보고하였으며, 또한 정과 고(1992)가 유자(Citron, *Citrus junos*)에서 탄저병을 일으키는 병원균으로 *C. gloeosporioides*를 분리 보고하였지만 완전세대의 관찰에는 실패하였다. 최근에 농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간한 「과수병해 원색도감」(1993)에는 감귤 탄저병균의 병원균으로 불완전세대인 *C. gloeosporioides*와 함께 완전세대 *Glomerella cingulata*가 병기되어 있지만 그 균학적 특성은 기재되어 있지 않다. 이렇게 감귤류에 탄저병을 일으키는 *C. gloeosporioides*는 기주가 다양한 만큼 병원성도 분화되어 있어 포장에서의 탄저병과 저장병을 비롯하여 최근에는 postbloom fruit drop을 일으키는 strain도 발견됨으로써 *C. gloeosporioides*에

*Corresponding author

는 SGO strain, FGG strain, KLA strain 등 적어도 3종류 이상의 감귤 병원성 strain이 존재하는 것으로 밝혀졌으며(Timmer 등 1994), 각 strain의 형태, 병원성 및 유전적 특성도 각각 다른 것으로 보고되고 있다(Agostini and Timmer, 1992; Agostini 등 1992; Liyanage 등 1992). 따라서, 본 속보에서는 우리 나라에서 발생하는 감귤 탄저병의 발병 생태나 방제 연구를 수행하기 위하여 선행되어야 할 병원균의 균학적 특성을 명확히 하기 위하여 제주도 감귤원에서 재배되고 있는 온주밀감의 탄저병에 감염된 잎과 가지로부터 분리한 탄저병균의 불완전세대와 완전세대의 형태 및 배양적 특성을 보고한다.

1995년 제주도의 감귤 재배지에서 탄저병에 감염된 온주밀감의 잎과 가지를 채집하여 80% ethyl alcohol에 1~2분간 표면살균한 후 감자한천배지에 치상하여 25°C 항온기에서 암상태로 1주일간 배양하고 분생포자를 형성시켰다. 병원균을 동정하기 위

하여 살균수에 희석한 분생포자를 물한천배지에서 단포자 분리한 후 분리균을 감자한천배지에 배양하여 형성된 분생자충 및 분생포자와 균핵, 부착기의 형태 및 크기를 조사하였다. 또한 탄저병에 감염되어 고사한 율동 가지에 형성된 자낭각을 소독칼로 채취하여 자낭각과 자낭 및 자낭포자의 형태와 크기를 조사하였다.

온주밀감에서 분리된 탄저병균은 감자한천배지상에서 흰색~짙은 회색의 균층을 형성하고 배양기간이 경과하면서 담홍색 포자괴와 암갈색의 분생자충 및 균핵을 형성하였다. 현미경 상에서 관찰한 분생포자는 격막이 없고 투명하며 양끝이 둥글고 끝은 원통형으로 12.0-20.0×3.8-6.0 μm의 크기였다(Fig. 1). 또한 분생자충은 암갈색으로 구형 또는 불규칙한 모양이며 크기는 250-500×150-400 μm였으며 강모는 형성하지 않았다. 부착기는 담갈색에 난형 또는 불규칙한 모양이고 크기는 6.0-13.0×

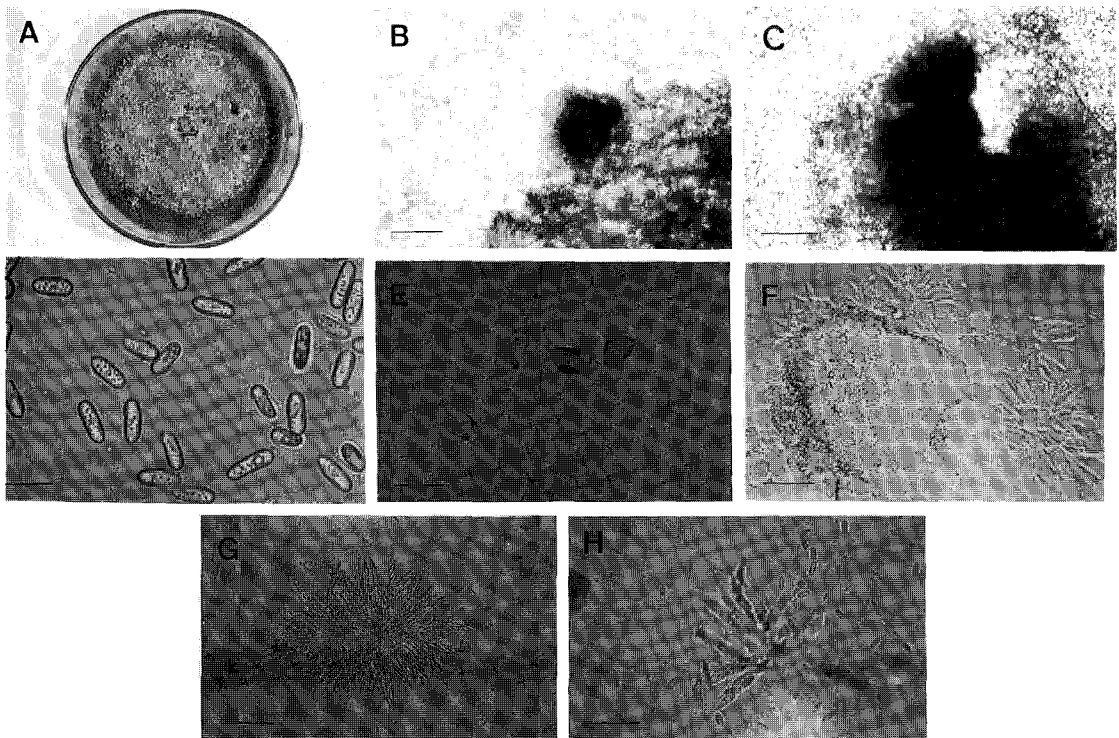


Fig. 1. Photograph of colony morphology(A) of *Glomerella cingulata* on PDA for 7 days and micrographs of young acervulus(B) (bar=80 μm), mature acervulus(C) (bar=200 μm), conidia(D) (bar=20 μm), germ tubes and appressoria(E)(bar=15 μm), perithecium(F) (bar=100 μm), asci(G) (bar=50 μm), and asci with ascospores(H) (bar=30 μm) of *Glomerella cingulata* isolated from Satsuma mandarin.

5.0-9.0 μm 였다(Table 1). 이러한 *Colletotrichum* sp.의 특징들은 Sutton(1980)이 기술한 *C. gloeosporioides*와 정과 고(1992)가 유자 탄저병균으로 보고한 *C. gloeosporioides*와 분생포자, 분생자충, 부착기의 형태 및 크기 등 균학적 특징이 일치하였다.

한편 감귤 탄저병균의 자낭각은 암갈색~검은색으로 구형이고 크기는 150~320 μm 였다(Fig. 1). 자낭은 무색 투명하고 곧봉상으로 크기는 50-60 \times 10-15 μm 였고, 자낭포자는 무색 투명하고 방추형으로 크기는 15-20 \times 5.5-6.5 μm 였다. 이러한 특징을 종합하여 볼 때 본 실험에서 분리된 감귤 탄저병균은 Mordue(1971)가 기술한 *G. cingulata*와 균학적 특성이 거의 일치하므로 *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spaulding & Schrenk로 동정하였다.

분리균의 병원성을 검정하기 위하여 감자한천배지에서 배양하여 형성시킨 포자괴로부터 분생포자를 채취하여 살균수 m^3 당 10^6 개의 농도로 조정된 포자현탁액을 온주밀감의 잎에 소독핀으로 상처를 준 후 분무접종하고 접종한 잎에 비닐주머니를 씌워 포화습도를 유지시킨 상태로 25°C에서 1주일 후

발병정도를 조사하였다. 또한 분리균을 건전한 온주밀감, 유자 및 하귤의 잎에 상처 접종과 무상처 분무 접종으로 병원성을 비교 관찰한 결과 무상처 접종시에는 발병이 되지 않고 상처 접종에 의해서만 온주밀감을 비롯한 감귤류에서 발병되었다(Table 2). 이와 같은 실험 결과는 감귤류에서 상처가 *G. cingulata*의 침입 통로임을 시사해 주며, 온주밀감을 비롯하여 유자, 하귤 등이 *G. cingulata*의 기주임을 시사해 준다.

감귤 탄저병의 발병 적온을 추정하기 위하여 분리균의 균사 생장 적온 및 분생포자 형성 적온을 조사하였다. 온도별 균사 생장은 직경 5 mm의 균총 disc를 감자한천배지의 중앙에 이식하고 5°C에서 40°C까지 5°C간격으로 7일간 배양한 후 형성된 균총 직경을 측정하여 비교하였다. 온도별 분생포자 형성량은 7일간 배양한 plate에 형성된 분생포자수를 살균수 10 ml로 수거하여 만든 현탁액의 분생포자수를 Hemocytometer에 의해 측정한 후 살균수 1 ml당 상대적인 분생포자수로 비교하였다. 탄저병균의 균사는 5°C와 40°C에서는 전혀 자라지 않았으나, 10°C에서부터는 균사가 자라기 시작하였고 온

Table 1. Mycological characteristics of *Glomerella cingulata* (*Colletotrichum gloeosporioides*) isolated from Satsuma mandarin

Characteristics		Isolates used	<i>Glomerella cingulata</i> ^a
Colony on potato dextrose agar		greyish white to dark grey	greyish white to dark grey
Acervuli	Shape	dark brown, glabrous, rounded or irregular	setose to glabrous, rounded, elongated or irregular
	Size(μm)	250~500 \times 150~400	as much as 500
Conidia	Shape	hyaline, cylindrical	hyaline, cylindrical with obtuse ends
	Size(μm)	12.0~20.0 \times 3.8~6.0	9.0~24.0 \times 3.0~6.0
Appressoria	Shape	brown, ovate or irregular	brown, ovate to obovate
	Size(μm)	6.0~13.0 \times 5.0~9.0	6.0~20.0 \times 4.0~12.0
Perithecia	Shape	dark brown to black, globose	dark brown to black, globose to obpyriform
	Size(μm)	150~320	85~300
Asci	Shape	hyaline, clavate	hyaline, clavate to cylindrical
	Size(μm)	50~60 \times 10~15	35~80 \times 8~14
Ascospores	Shape	hyaline, fusiform	hyaline, narrowly oval to cylindrical to fusiform
	Size(μm)	15~20 \times 5.5~6.5	^b

^a Data from J. E. M. Mordue (1971).

^b Not described.

도가 상승함에 따라 균사 성장속도도 급격히 증가하여 25~30°C에서 최고 성장을 나타내었으며 7일 후 균총의 직경이 7~8 cm가 되었다(Fig. 2). 분생포자는 15°C까지는 거의 형성되지 않았으나 20°C부터는 균사 성장속도와 마찬가지로 온도가 높아짐에 따라 분생포자 형성량도 급격히 증가하여 30°C에서 최고 형성량을 나타내어 탄저병균의 균사 성장 및 분생포자 형성을 위한 배양 적온이 25~30°C 범위로 밝혀졌다(Fig. 2). 이와 같은 성질은 유자에서 분리된 *C. gloeosporioides*의 배양적 특성과도 거의 일치하는 것으로 감귤 탄저병균은 25~30°C 범위에서 가장 왕성하게 병원력을 나타내고 특히 식물체에 상처가 났을 때 쉽게 발병을 일으킬 것으로 추정된다(정과 고, 1992). 실제 포장에서 발생소장을 조사한 결과 여름철 태풍이 지나간 후인 9월 중순경부터 자연감염에 의한 발병이 심하다는 사실이 이를 뒷받침해 준다(김, 1979).

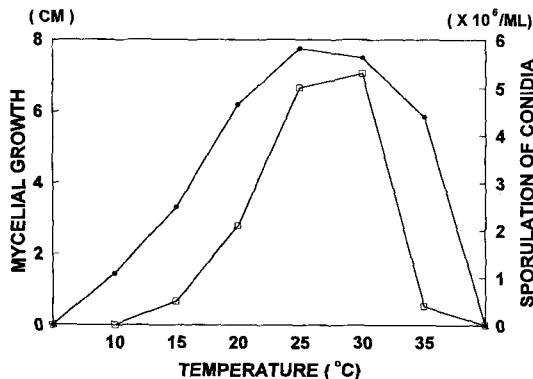


Fig. 2. Mycelial growth (—●—) and sporulation of conidia (---○---) of the isolate of *Glomerella cingulata* on potato dextrose agar medium after 7 days of incubation at different temperatures, respectively.

한편 온주밀감에서 분리된 *C. gloeosporioides*의 형태학적 특징은 Agostini 등(1992)과 Timmer 등(1994)이 보고한 세 종류의 strain 중 균총의 색과 형태, 분생포자의 형태와 크기, 부착기의 형태와 크기 등에서 FGG strain과 유사하였다. 또한 균총의 성장속도를 기준으로 한 감귤 탄저병균의 배양적 특성도 세 종류의 strain 중 FGG strain과 유사하였다. FGG strain은 저장 중 과실에 탄저병을 일으키는 대표적인 strain으로서 감귤류의 꽃과 잎에는 병원성이 없는 것으로 보고되었다(Agostini 등 1992). 그러나 본 실험에서 온주밀감의 잎과 가지에서 분리된 *C. gloeosporioides*의 strain은 온주밀감을 비롯하여 유자, 하귤 등의 잎에 병원성을 나타내고 FGG strain의 대표적인 특성인 강모가 관찰되지 않는 등 일부 균학적 특성이 다르게 조사되어 저장병에 관여하는 FGG strain과는 다른 strain 일 가능성도 배제할 수 없다.

적 요

온주밀감의 병든 잎으로부터 분리된 분생포자세대와 병들어 죽은 가지로부터 분리된 유성세대의 형태학적 특징을 토대로 감귤 탄저병의 병원균은 *Glomerella cingulata*(분생포자 세대 *Colletotrichum gloeosporioides*)로 분리 동정되었다. 감귤 탄저병균은 온주밀감, 유자, 하귤 등의 잎에 상처 접촉에 의해서 감염을 일으켰고, 균사 성장 및 분생포자 형성의 적온은 각각 25~30°C 범위였다. 잎과 가지에서 분리된 감귤 탄저병균의 균총의 성장 속도와 색, 분생포자와 부착기의 형태와 크기 등과 같은 특징들은 감귤류 저장병에 관여하는 FGG strain의 특징과 유사하였지만, 일부 형태 및 병원학적 특

Table 2. Pathogenicity of *Glomerella cingulata* isolated from Satsuma mandarin on several citrus hosts tested by artificial inoculation

Variety	Number of Inoculated leaves	Disease severity ^a		
		Wounded ^b	Not wounded	Control
Satsuma mandarin	5	+	-	-
Citron	5	+	-	-
Natsu daidai	5	+	-	-

^a + : symptom developed, - : no symptom developed.

^b Wounded by the pin method.

징이 FGG strain과 일치하지 않아 다른 strain일 가능성도 배제할 수 없다.

감사의 글

이 논문은 1995년도 교육부 학술연구조성비(농업과학 : 농-95-23)에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- 김창원. 1979. 감귤 주요병해 발병소장 조사. 제주시험장 보고서. pp.125-149.
- 유화영, 이영희, 조원대, 김완규, 명인식, 진경식. 1993. 과수병해 원색도감. 농촌진흥청 농업기술연구소. 286pp.
- 정후섭. 1969. 몇가지 탄저병균의 분생포자 형성에 미치는 광선의 영향. 한국식물보호학회지 7: 57-59.
- 정희정, 고영진. 1992. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.에 의한 유자 탄저병. 한국식물병리학회지 8(1): 70-74.
- 한국식물보호학회. 1986. 한국식물병·해충·잡초명감. 한국식물보호학회. pp.54-55.
- 홍순영, 김완규, 조원대, 이영희. 1991. 감귤 저장피해에 관여하는 진균. 식물병리학회소식 2(1): 43.
- Agostini, J.P. and Timmer, L.W. 1992. Selective isolation procedures for differentiation of two strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Plant Dis.* 76: 1176-1178.
- Agostini, J.P., Timmer, L.W. and Mitchell, D.J. 1992. Morphological and pathological characteristics of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Phytopathology* 82: 1377-1382.
- Liyanaage, H.D., McMillan, R.T. and Kistler, H.C. 1992. Two genetically distinct populations of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Phytopathology* 82: 1371-1376.
- Mordue, J.E.M. 1971. C.M.I. Description of pathogenic fungi and bacteria No. 315. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England.
- Sutton, B.C. 1980. The *Coelomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 696 pp.
- Timmer, L.W., Agostini, J.P., Zitko, S.E. and Zulfiqar, M. 1994. Postbloom fruit drop, an increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. *Plant Dis.* 78:329-334.
- Whiteside, J.O., Garnsey, S.M. and Timmer, L.W. 1988. Compendium of Citrus Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA.