

## 국내 딸기 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*의 배양적, 병원학적 특성

남명현 · 정석기 · 유성준<sup>1</sup> · 서관석 · 김홍기<sup>1\*</sup>  
충남농업기술원 논산딸기시험장, <sup>1</sup>충남대 농생물학과

### Cultural and Pathogenic Characteristics between *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* Isolated from Strawberry in Korea

Myeong Hyeon Nam, Suck Kee Jung, Sung Joon Yoo<sup>1</sup>,  
Kwan Suck Seo and Hong Gi Kim<sup>1\*</sup>

Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungnam Agricultural Research and Extension Service,  
Nonsan 320-860, Korea

<sup>1</sup>Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Chungnam National University,  
Taejon 305-764, Korea

**ABSTRACT:** *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* are the most important pathogens causing anthracnose which may reduce the stand rate and yield on wide kinds of plants including strawberry. Average occurrence rate of anthracnose is 36.9% on major strawberry cropping areas in Korea. We newly found that *C. gloeosporioides* which does not forming a sexual stage, infects strawberry and differs in some characteristics concerning virulence, cultural and morphological properties to *G. cingulata* which has a sexual stage. *C. gloeosporioides* was mainly isolated from the crown with 35.2% rate, while *G. cingulata* was largely isolated from petiole, runner with 40.9% rate in infected strawberry plants. These two pathogens showed significant differences in cultural characteristics such as perfect stage formation, temperature response as well as benomyl resistance. It was demonstrated that *C. gloeosporioides* has significantly stronger pathogenicity than *G. cingulata* in pathogenicity test carried on strawberry plants to various strawberry cultivars. Akihime, Akaneko and Nyoho forcing cultured strawberry cultivars, considered to be susceptible, while semiforcing cultured cultivars, such as Suhong and Hokowase, were shown resistant to both pathogens. In non-wound inoculation, *C. gloeosporioides* was shown pathogenicity on the apple fruit, but *G. cingulata* could not infect it.

**Key words:** anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Glomerella cingulata*, pathogenicity, strawberry.

현재 재배되고 있는 딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.)는 장미과의 영년생작물로써 *F. virginiana* × *F. chiloensis*의 종간 잡종으로(13) 비타민C 함량이 풍부하고 과채류가 적은 겨울철에도 식용할 수 있어 농가에서도 고소득 작물로 인기가 높다. 1996년 우리나라의 딸기재배 면적은 7,143 ha로 그중 시설재배가 6,236 ha를 차지하며 시도별로 보면 경남, 충남지역이 60% 이상을 차지하고 있다(17, 18). 국내의 딸기 작형은 측성, 반측성, 노지, 억제재배의 4작형으로 크게 구분되며 80년대에는 노지재배가 주종을 이루었으나 최근 측성, 반측성재배가 증가하고 있으며 품종도 보교조생, 수홍품종에서 여봉, 여홍, 아끼히메 등으로 주요재배품종이 바뀌고 있다.

현재 국내에 보고되어 있는 딸기의 병해는 22종(14)으로 그중 재배품종에 따라 보교조생에서는 위황병이 많이 발생하였으나 최근 재배면적이 확대되고 있는 측성재배 품종 여봉, 아끼히메 등에 그 동안 문제시되지 않았던 탄저병이 발생하여 심한 묘 부족사태를 초래하고 있다. 국내에 보고된 딸기 탄저병균은 완전세대를 형성하는 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (*Glomerella cingulata* (Stoneman))가 보고되어 있으나(12) 최근 완전세대를 형성하지 않는 탄저병균이 분리되어 두 균간의 분류학적, 병원학적 차이를 조사할 필요가 있게 되었다. 본 연구는 국내에서 새로이 발견된 딸기 탄저병균 *Colletotrichum gloeosporioides*와 기존의 *Glomerella cingulata* 두 균간의 배양적, 병원학적 특징을 조사하여 두 균간의 차이점을 밝히기 위해 수행하였다.

\*Corresponding author.

## 재료 및 방법

**공시균주.** 1996년부터 1997년까지 딸기 주산단지인 충남 논산, 경남 밀양, 거창, 산청지역의 병든 딸기포기에 서 분리한 탄저병균 13균주와 일본 도치기현시험장에서 분양 받은 2균주, 미국 Florida 대학에서 분양받은 4균주를 공시하였다(Table 1).

**탄저병 발생조사.** 딸기 주산단지인 충남 논산, 경남 밀양, 거창, 산청지역의 16개 육묘포장에서 1996년부터 1997년까지 탄저병 발생양상을 시기별, 품종별로 이병률을 조사하였다.

**병원균의 분리 및 동정.** 병든 잎, 엽병, 관부(crown)별로 2% NaOCl에 2분간 표면살균한 후 물한천배지(WA)에서 28°C, 암상태로 3일간 배양후 단균사를 분리하여 감자한천배지(PDA)에서 분생포자를 형성시켰다. 살균수에 희석한 분생포자를 PDA 배지에서 단포자 분리하여 PDA 배지에 7일 배양시킨 다음 형성된 코로니색, 분생포자의 크기 및 형태를 분석하였다. 또한 20일간 12시간씩 광암이 교차되도록 배양한 후 완전세대 형성유무 및 자낭포자의 형태적 특징을 복합현미경하에서 조사하였다.

**온도별 균사생장조사.** PDA 배지에서 배양한 공시균의 선단부 5 mm를 떼어 PDA 배지의 중앙에 접종하여 10, 20, 25, 28, 30, 35°C별로 7일간 배양한 후 형성된 균총직경을 측정하였다.

**베노밀 농도별 균사생장조사.** PDA 배지에서 배양한 직경 5 mm의 공시균을 베노밀 0, 2, 10 µg/ml를 첨가한 PDA 배지의 중앙에 이식하여 3일간 배양한 후 형성된

균총직경을 측정하였다.

**병원성 검정.** 공시균주들을 PDA 배지에서 27°C, 7일간 배양하여 분생포자를 형성시킨 다음, 1.5×10<sup>6</sup>, 1.5×10<sup>4</sup>, 1.5×10<sup>2</sup>포자/ml의 농도로 포자현탁액을 만들었다. 동일생육 조건하의 딸기 품종별 엽병을 채취하여 소엽을 제거하고 파라핀으로 엽병의 횡단면바닥을 봉하였다. 포자농도별로 포자현탁액에 엽병의 횡단면 위쪽을 접종하여 멸균수를 적신 페트리접시에 놓고 12시간씩 광암이 교차되도록 28°C의 배양기에서 5일 배양후 엽병의 병반 길이를 측정하였다. 유묘접종법은 포트에서 기른 유묘를 각각의 포자현탁액으로 분무접종하여 24시간 포화습도를 유지시킨 후 비닐하우스에서 17일간 재배하여 병발생률을 조사하였다. 타기주에 대한 병원성검정은 전전한 잎(가지, 피망, 토마토, 고추)과 과실(가지, 피망, 토마토, 고추, 사과, 포도, 딸기)을 70% 에탄올로 표면소독후 살균된 펀으로 상처를 낸 다음 무상처구를 대조로 하여 습실처리된 플라스틱 용기에서 잎과 열매의 표면에 포자현탁액을 분무접종하여 7일간 배양하면서 발병유무를 조사하였다.

## 결 과

**병발생.** 1996~1997년에 걸쳐 육묘기에 딸기 탄저병 발생을 시기별, 품종별로 조사한 결과 6월에 초발생하여 7월~9월에 가장 심하게 발생하였으며 여봉, 아까네꼬풀종이 여홍품종보다 발생율이 높았다. 딸기 주산단지별 탄저병 발생경향을 조사한 결과 16개 포장에서 평균 36.9%의 이병율을 나타내었고 특히 100% 발병된 포장도

**Table 1.** Origin of anthracnose pathogens *Colletotrichum* species and *Glomerella cingulata* obtained from strawberry

Isolate	Species	Cultivar	Source	Collection site
CGF 7	<i>C. gloeosporioides</i>	Nyoho	Crown	Nonsan, Chungnam
CGF 9	<i>C. gloeosporioides</i>	Nyoho	Runner	Nonsan, Chungnam
CGF 20	<i>C. gloeosporioides</i>	Sistakara	Crown	Nonsan, Chungnam
CGF 30	<i>C. gloeosporioides</i>	Reiko	Leaf	Nonsan, Chungnam
CGF 32	<i>C. gloeosporioides</i>	Nyoho	Crown	Nonsan, Chungnam
CGF 81	<i>C. gloeosporioides</i>	Reiko	Crown	Milyang, Kyongnam
CGF 83	<i>C. gloeosporioides</i>	Reiko	Petiole	Milyang, Kyongnam
CGF 14	<i>G. cingulata</i>	Nyoho	Runner	Nonsan, Chungnam
CGF 17	<i>G. cingulata</i>	Akaneko	Runner	Nonsan, Chungnam
CGF 27	<i>G. cingulata</i>	Nyoho	Leaf	Nonsan, Chungnam
CGF 35	<i>G. cingulata</i>	Reiko	Runner	Nonsan, Chungnam
CGF 62	<i>G. cingulata</i>	Akihime	Crown	Sancheong, Kyongnam
CGF 70	<i>G. cingulata</i>	Akihime	Crown	Sancheong, Kyongnam
GC 404	<i>G. cingulata</i>	Nyoho		Tochigi Ex. Sta. Japan
GC 365	<i>G. cingulata</i>	Nyoho		Tochigi Ex. Sta. Japan
F94-8-C-GC	<i>C. gloeosporioides</i>			Univ. of Florida. USA
F94-6-GC	<i>C. gloeosporioides</i>			Univ. of Florida. USA
F94-12-F-CF	<i>C. fragariae</i>			Univ. of Florida. USA
F95-20-CF	<i>C. fragariae</i>			Univ. of Florida. USA

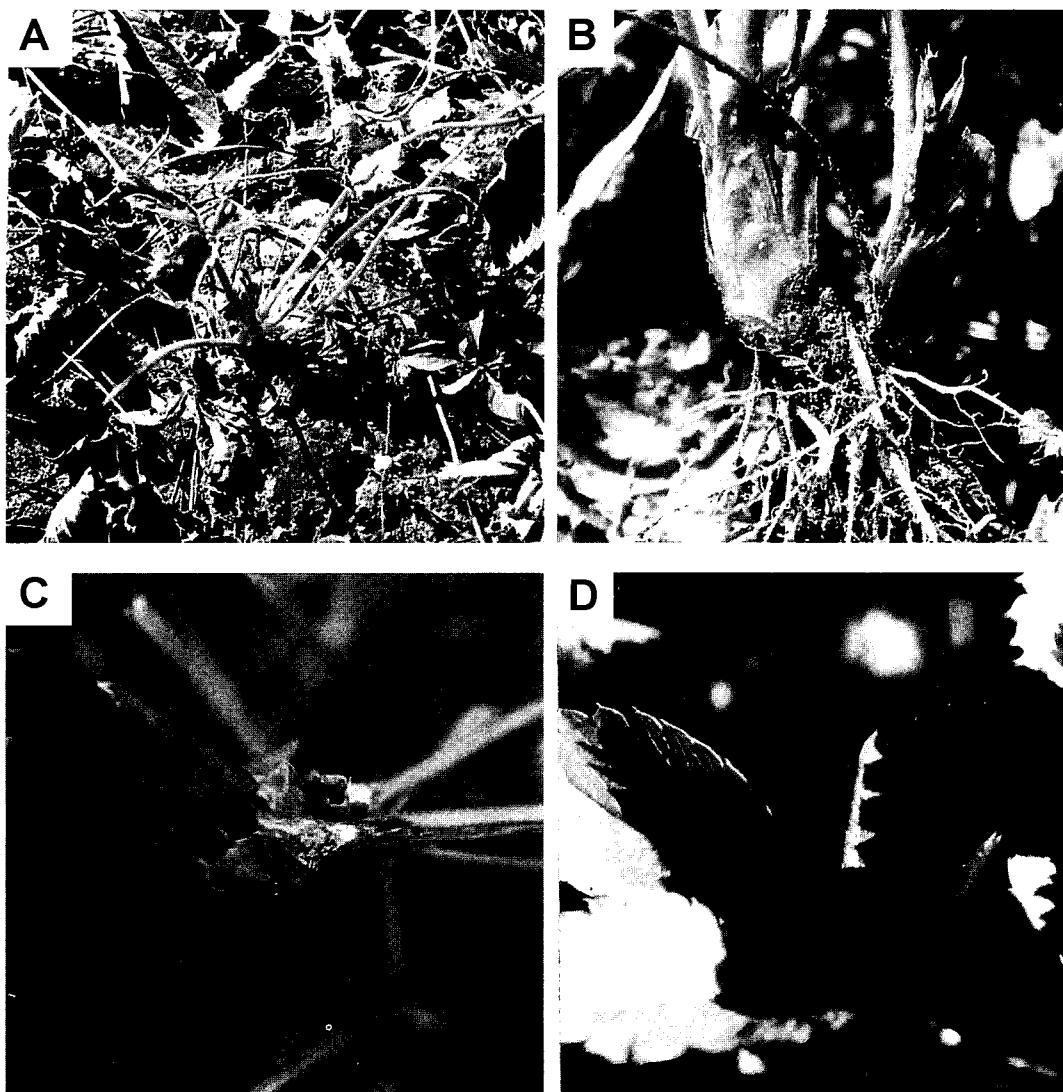
세곳이나 있었다(data not shown). 두 균간의 딸기 이병부위별 분리비율을 조사한 결과 *C. gloeosporioides*는 관부부위에서 35.2%로 다른 이병부위에 비해 많이 분리된 반면 *G. cingulata*는 엽병과 포복경에서 40.9%나 분리되었다.

**병징.** 딸기 탄저병의 병징은 주로 육묘기에 많이 발생하며 자묘 전체가 시드는 증상을 나타내었다(Fig. 1A). 크라운부위를 종단면으로 잘랐을 때 외부로부터 안쪽으로 갈변된 증상으로 도관부위까지 갈변되고(Fig. 1B) 포복경에서는 수침상으로 흑변하며 과습상태에서 분홍색의 분생포자퇴를 형성하였다(Fig. 1C). 잎은 뚜렷한 병징을 나타내지 않지만 심한 경우에는 먹물을 찍은 것 같은 검은색의 반점을 형성하였다(Fig. 1D).

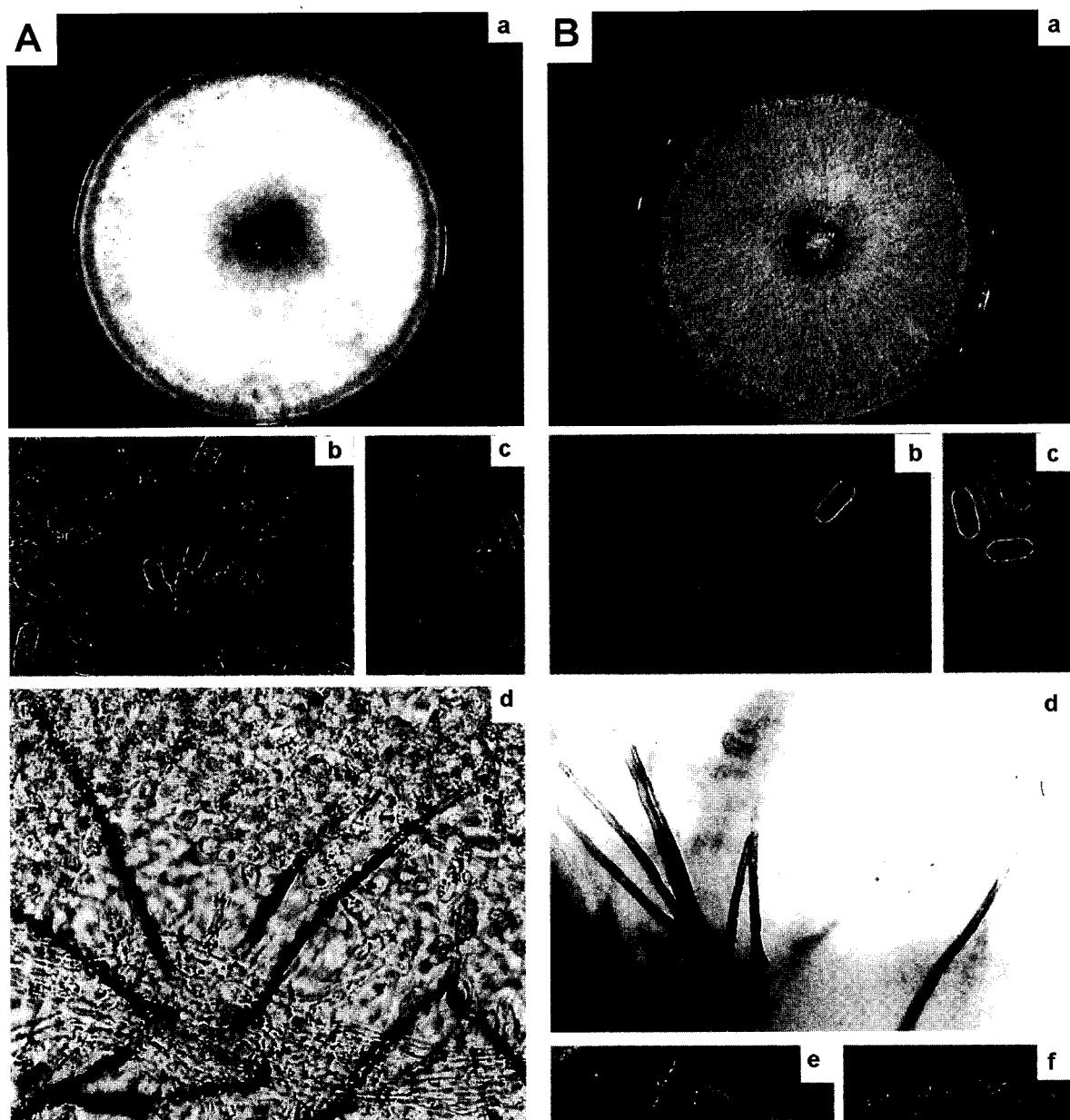
**병원균의 형태적·배양적 특징.** 두 균간의 형태적, 배

양적 특징으로 *C. gloeosporioides*의 colony색은 연회색, 분생포자의 크기는  $7.5-17.5 \times 3.8-5 \mu\text{m}$ , 강모의 크기는  $50-110 \times 5 \mu\text{m}$ 인 반면 *G. cingulata*의 colony색은 검은 회색, 분생포자의 크기는  $12.5-17.5 \times 5 \mu\text{m}$ , 강모의 크기는  $50-110 \times 5 \mu\text{m}$ 이며 완전세대를 형성하였는데 자낭의 크기는  $80-85 \times 10 \mu\text{m}$ , 자낭포자의 크기는  $17.5-22.5 \times 4.5 \mu\text{m}$ 였다(Fig. 2, Table 2). 두 균의 온도별 균사생장을 조사한 결과 두 균 모두  $28^{\circ}\text{C}$ 에서 균사생장이 가장 좋았으나  $28^{\circ}\text{C}$  이하에서는 *C. gloeosporioides*가 *G. cingulata*보다 빠르게 균사가 생장하였다.

**베노밀 농도별 균사생장을 조사.** 두 균의 베노밀약제에 대한 균사생장반응 비교시 *C. gloeosporioides* 균주들은  $2, 10 \mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 생장하였지만 *G. cingulata*는  $2 \mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 전혀 자라지 못하여 두 균간에 큰 차이를 보였다.



**Fig. 1.** Anthracnose symptom on various parts of strawberry. Wilting of daughter plant by anthracnose (A), crown sectioned showing reddish brown discoloration (B), conidiophore on runner (C), black spot leaf (D).



**Fig. 2.** Morphological and cultural characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* (A), *Glomerella cingulata* (B) isolated from strawberry. a; colony morphology, b; conidia (400 $\times$ ), c; appressorium (400 $\times$ ), d; setae (400 $\times$ ), e; ascospore (400 $\times$ ), f; ascus containing 8 ascospores (400 $\times$ ).

**Table 2.** Morphological and cultural characteristics of *Colletotrichum* spp. isolated from strawberry

Species	Colony color <sup>1)</sup>	Size ( $\mu\text{m}$ )			
		Conidia <sup>1)</sup>	Setae <sup>2)</sup>	Ascus <sup>2)</sup>	Ascospore <sup>2)</sup>
<i>C. gloeosporioides</i>	Olive, gray	7.5~17.5 $\times$ 3.8~5	50~110 $\times$ 5	—	—
<i>G. cingulata</i>	Dark gray	12.5~17.5 $\times$ 5	50~110 $\times$ 5	80~85 $\times$ 10	17.5~22.5 $\times$ 4.5
<i>C. gloeosporioides</i> (von Arx, 1957)	—	12~19 $\times$ 4~6	—	35~80 $\times$ 3~8	9~30 $\times$ 3~8
<i>C. gloeosporioides</i> (Pamela, 1992)	White to pale mouse gray	13~21 $\times$ 3.5~5	45~162 $\times$ 2.5~5	—	—
<i>C. fragariae</i> (Pamela, 1992)	Dark mouse gray	14~22.5 $\times$ 3.5~5	50~271 $\times$ 3~6	—	—

<sup>1)</sup>Colony color and conidia size of 7-day-old cultures on PDA.

<sup>2)</sup>Setae, ascus, ascospore measured on 20-day-old cultures on PDA.

**Table 3.** Effect of benomyl concentration on radial growth of *C. gloeosporioides* and *G. cingulata* isolates after 3 days incubation (mm)

Isolate	Species	Benomyl concentration ( $\mu\text{g/ml}$ )		
		0	2	10
CGF 7	<i>C. gloeosporioides</i>	16.0	11.0	11.0
CGF 9	<i>C. gloeosporioides</i>	15.0	11.0	10.0
CGF 20	<i>C. gloeosporioides</i>	17.0	13.0	12.0
CGF 30	<i>C. gloeosporioides</i>	15.0	10.0	10.0
CGF 32	<i>C. gloeosporioides</i>	16.0	10.0	10.0
CGF 81	<i>C. gloeosporioides</i>	16.0	12.0	11.0
CGF 14	<i>G. cingulata</i>	18.0	0.0	0.0
CGF 17	<i>G. cingulata</i>	17.0	0.0	0.0
CGF 27	<i>G. cingulata</i>	18.0	0.0	0.0
CGF 35	<i>G. cingulata</i>	20.0	0.0	0.0
GC 404	<i>G. cingulata</i>	20.0	0.0	0.0
F94-8-C-GC	<i>C. gloeosporioides</i>	17.0	0.0	0.0
F95-6-GC	<i>C. gloeosporioides</i>	14.0	0.0	0.0
F94-12-F-CF	<i>C. fragariae</i>	9.0	3.0	3.0
F95-20-CF	<i>C. fragariae</i>	15.0	15.0	13.0

**Table 4.** Comparison of inoculum density between *C. gloeosporioides* and *G. cingulata* isolates on disease development of petiole of strawberry

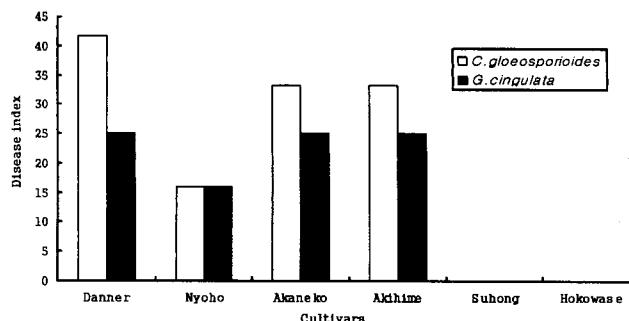
Conidia suspension	Diameter of lesion (mm) <sup>1)</sup>	
	<i>C. gloeosporioides</i> <sup>2)</sup>	<i>G. cingulata</i> <sup>2)</sup>
$1.5 \times 10^6/\text{ml}$	13.9	18.5
$1.5 \times 10^4/\text{ml}$	6.6	15.4
$1.5 \times 10^2/\text{ml}$	1.3	10.0

<sup>1)</sup>Data were obtained on after 5 days dipped inoculation of conidia suspension.

<sup>2)</sup>*C. gloeosporioides* and *G. cingulata* are CGF 30 and CGF 17, respectively.

일본에서 분양 받은 균주 GC 404는 국내에서 분리한 *G. cingulata*와 서로 같은 경향을 나타내었으나 미국에서 분양받은 *C. fragariae*는 2, 10  $\mu\text{g/ml}$ 에서 균사가 생장하여 서로간에 차이가 있었다(Table 3).

**병원성검정.** 상처가 있는 간이검정법인 엽병접종법에 의한 포자농도별 병원성검정시 두 균주 모두  $1.5 \times 10^6/\text{ml}$  농도처리가 가장 강한 병원성을 나타내었으며 *G. cingulata*가 *C. gloeosporioides*보다 강한 병원성을 보였다 (Table 4). 품종별로 유묘에 병원성검정을 한 결과 감수성 품종인 다니, 여봉, 아카네고, 아끼히메에서는 병원성이 있었지만 저항성 품종인 수홍, 보교조생에는 병원성이 없었고 또한 *C. gloeosporioides*가 *G. cingulata*보다 강한 병원성을 나타내었다(Fig. 3). 두 균의 타작물에 대한 병원성검정 결과 상처, 무상처접종시 가지, 고추, 토마토, 피망의 잎과 과실에는 두 균 모두 병원성이 없었으며 분리기주인 딸기에는 두 균 모두 강한 병원성을 나타내었



**Fig. 3.** Pattern of pathogenicity of *C. gloeosporioides*, *G. cingulata* on six strawberry host cultivars. Three plants per cultivar were inoculated and each plant were after 17 days inoculation. Index: 0= no disease, 1= approx below 50% of the total petiole showing disease, 2= approx above 50% of the total petiole showing disease, 3= wilting of showing entire plants, 4= necrosis of showing entire plants. Disease index =  $\frac{\sum (\text{index} \times \text{number of disease plant})}{4 \times \text{number of investigated plants}} \times 100$ .

**Table 5.** Pathogenicity test of *C. gloeosporioides* and *G. cingulata* to various plants

Plants	<i>C. gloeosporioides</i>		<i>G. cingulata</i>	
	Unwound	Wound	Unwound	Wound
Egg plant (Fruit)	- *	-	-	-
Egg plant (Leaf)	-	-	-	-
Pepper (Fruit)	-	-	-	-
Pepper (Leaf)	-	-	-	-
Tomato (Fruit)	-	-	-	-
Tomato (Leaf)	-	-	-	-
Redpepper (Fruit)	-	-	-	-
Redpepper (Leaf)	-	-	-	-
Apple (Fruit)	+	++	-	+
Grape (Fruit)	-	-	-	++
Strawberry (Fruit)	++	++	++	++

\*++, +, -: These symbols stand for severe, slight and no symptoms, respectively.

다. 한편, 사과과실에서 *C. gloeosporioides*는 무상처접종시 발병하였으나 *G. cingulata*는 발병하지 않았고 포도과실은 *G. cingulata*만이 상처접종시 발병하였다(Table 5).

## 고 찰

현재 딸기에 탄저병을 일으키는 병원균으로는 *C. gloeosporioides*(7, 10), *C. fragariae*(4-6, 8-10, -20), *C. acutatum*(19), *C. dematioides*(3), *Gloeosporium*(23, -24)이 보고되어 있으나 국내에서는 *C. gloeosporioides* Penz. (*Glomerella cingulata* (Stonem.))만 보고되어 있다(12). 이들 탄저병균 중에서 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*는 병원균의 형태가 비슷하여 정확한 분류가 어려운 실정이다. 현재 까지 두 균의 분류로써 von Arx는 *C. fragariae*와 *C.*

*gloeosporioides*를 동음이의어로 분류하였고 *C. fragariae*를 *C. gloeosporioides* 안에 포함시켰다(23). 그후 Mordue(16), Sutton(22)은 강모형성유무, 부착기형태로 분류하였으나 Baxter(2) 등은 강모가 종(species)간 서로 비슷하여 분류의 Key가 되지 못한다고 하였다. Mass와 Howard(15)는 사과와 딸기과실에의 병원성 유무에 따라 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 구분하였고 Howard와 Albregts(10, 11)는 *C. fragariae*는 *C. gloeosporioides*와 닮았지만 많은 포자를 형성하고 완전세대를 형성하지 않아 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 완전세대 형성유무에 따라 각각 독립적으로 구분하였다. Smith와 Black(20)은 단지 강모형성유무로 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 분류한 반면 Gunnell과 Gubler(7)는 부착기 형태로는 분류가 안된다고 하고 강모형태로 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 구분하였다. 그후 RFLP와 RAPD 분석에 의해 *C. fragariae*를 2개의 그룹과 1개의 *C. gloeosporioides* 그룹으로 세분된 바 있다(21). 또한 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*를 완전세대 형성유무에 따라 Deuteromycetes와 Pyrenomycetes로 세분하여 분류하였다(1).

국내에서 분리된 딸기 탄저병은 완전세대를 형성하는 *C. gloeosporioides* Penz(*G. cingulata*(Stonem))가 보고되어 있을 뿐인데(12) 이번에 새로운 딸기탄저병균 *Glomerella cingulata*가 국내에 존재함이 밝혀졌다. 이 실험에서 국내에서 분리한 완전세대를 형성하지 않는 *C. gloeosporioides*와 완전세대를 형성하는 *G. cingulata* 두 균은 외국에서 발견되는 *C. fragariae*와는 다른 형태적 특징을 지니고 있었다. 또한 국내의 딸기 탄저병균 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata* 사이에도 완전세대의 형성유무에 따라 형태적으로 뚜렷한 차이를 나타내었고 주된 감염부위도 서로 다를 뿐만 아니라 온도별 군사생장 및 베노밀약제에 대한 반응 등 배양적 특징에서도 커다란 차이를 나타내었다. 이 두균주 간에는 품종간, 타기주작물에 대한 병원성에도 큰 차이가 있었다. 따라서 국내에서 분리된 딸기 탄저병균 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*는 각각 서로 다른 군학적, 병원학적 특성을 지닌체로 존재하고 있음이 밝혀졌으며 딸기에 병원성을 지닌 *G. cingulata*의 국내 존재는 처음으로 보고된다.

## 요 약

1996년부터 1997년 딸기 주산단지(논산, 밀양, 거창, 산청, 담양)를 중심으로 육묘기에 촉성재배품종인 여봉, 여홍, 아끼히메에서 탄저병이 다발생하여 발생조사 결과 평균 36.9%의 빌병률을 나타내었고 병원균으로 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*가 분리되었다. 두균의 식물체상의 주된 감염 부위도 달라 *C.*

*gloeosporioides*는 관부(crown) 부위에서 35.2%가 분리된 반면 *G. cingulata*는 염병과 포복경(runner)에서 40.9%로 가장 많이 분리되었다. 이들 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*는 분생포자의 형태적인면 뿐만 아니라 완전세대의 형성유무, benomyl에 대한 저항성 등에서도 뚜렷한 차이가 있었다. 또한 무상처 접종시 *C. gloeosporioides*는 사과에 병원성을 보인 반면 *G. cingulata*는 감염시키지 못했다. 병원성 검정시 *C. gloeosporioides*가 *G. cingulata*보다 병원성이 강하였으며 품종간 병원성검정 결과 촉성재배 품종인 아끼히메, 아까네고, 여봉 등은 감수성인 반면 반촉성재배 품종인 수홍, 보교조생은 저항성이었다. 딸기 탄저병균 *Glomerella cingulata*가 국내에 존재한다는 점을 처음으로 보고한다.

## 참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. Plant pathology. Fourth edition. 249-253.
- Baxter, A. P., Van der Westhuizen, G. C. A. and Eicker, A. 1983. Morphology and taxonomy of south african isolates of *Colletotrichum*. *S. African. J. Bot.* 2 : 259-289.
- Beraha, L. and Wright, W. R. 1973. A new anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum dematium*. *Plant Dis. Rep.* 57 : 445-448.
- Brook, A. N. 1931. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum fragariae*. n.sp. *Phytopathology* 21 : 739-744.
- Brook, A. N. 1935. Anthracnose and wilt of strawberry caused by *Colletotrichum fragariae*. n.sp. *Phytopathology* 25 : 973-974.
- Carver, R. G. and Horn, N. L. 1960. Summer killing of strawberry plants caused by *Colletotrichum fragariae* (Abstr.). *Phytopathology* 50 : 575.
- Gunnell, P. S. and Gubler, W. D. 1992. Taxonomy and morphology of *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry. *Mycologia* 84(2) : 157-165.
- Horn, N. L. and Carver, R. G. 1963. A new crown rot of strawberry plants caused by *Colletotrichum fragariae*. *Phytopathology* 53 : 768-770.
- Howard, C. M. 1972. A strawberry fruit rot caused by *Colletotrichum fragariae*. *Phytopathology* 62 : 600-602.
- Howard, C. M. and Albregts, E. E. 1983. Black leaf spot phase of strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. fragariae*). *Plant Dis.* 67 : 1144-1146.
- Howard, C. M. and Albregts, E. E. 1984. Anthracnose of strawberry fruit caused by *Glomerella cingulata* in Florida. *Plant Dis.* 68 : 824-825.
- 김완규, 조원대, 이영희. 1992. *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.에 의한 딸기 탄저병. *한국식물병리학회지* 8(3) : 213-215.
- 木村雅行. 1988. イチゴ:植物としての特性. 野菜園藝大百科 3.イチゴ編 : 3-20.
- 한국식물병명목록, 제3판 1998. *한국식물병리학회*.
- Mass, J. L. and Howard, C. M. 1985. Variation of several

- anthracnose fungi in virulence to strawberry and apple. *Plant Dis.* 69 : 164-166.
16. Mordue, J. E. M. 1971. *Glomerella cingulata*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 315. Commonwealth Mycological Institute, Kew, United kingdom. 2pp.
17. 농림수산부. 1995. 주요작물 지역별 재배동향.
18. 농촌진흥청. 1998. 원예작물재배현황. 원예연구소.
19. Smith, B. J. and Black, L. L. 1986. First report of *Colletotrichum acutatum* on strawberry in the United States. *Plant Dis.* 70 : 1074.
20. Smith, B. J. and Black, L. L. 1990. Morphological, cultural and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.* 74 : 69-76.
21. Sreenivasaprasad, S., Brown, A. E. and Mills, D. R. 1992. DNE sequence variation and interrelationships among *Colletotrichum* species causing strawberry anthracnose. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 41 : 265-281.
22. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes. Commonwealth Mycological institute, Kew, United Kingdom. 696pp.
23. Von Arx, J. A. 1970. A revision of the fungi classified as *Gloeosporium*. *Bibl. Mycol.* 24 : 1-203.
24. Wright, W. R., Smith, M. A. Ramsey, G. B. and Beraha, L. 1960. *Gloeosporium* rot of strawberry fruit. *Plant Dis. Rep.* 44 : 212-213.

(Received November 27, 1998)