

## 콩, 팥 및 녹두에서 분리한 탄저병균류의 동정과 병원학적 특징

한경숙 · 이두형\*

서울시립대학교 환경원예학과

### Identification and Etiological Characteristics of Anthracnose Fungi Isolated from Soybean, Small Red Bean and Green Bean

Kyung-Sook Han and Du-Hyung Lee\*

Department of Environmental Horticulture, Seoul City University, Seoul 130-743, Korea

**ABSTRACT** : Anthracnose fungi associated with soybean (*Glycine max*), small red bean (*Vigna angularis*), and green bean (*Phaseolus radiatus* var. *aurea*) were compared with respect to cultural characteristics, morphological aspects, and pathogenicity. From the legumes, four different species of *Colletotrichum* were identified based on their morphological characters : *C. truncatum*, *C. destructivum*, *C. trifolii* and *C. gloeosporioides*. Colonies of *Colletotrichum* spp. on culture media varied in colour and growth habits depending upon the media and isolates. In general, formation of conidia, setae, and perithecia on water agar leaf medium was better than that on potato dextrose agar medium under near ultraviolet light. In cross inoculation tests, isolates of *C. truncatum*, *C. destructivum*, *C. trifolii* and *C. gloeosporioides* could infect soybean, small red bean, and green bean at different growth stages. There were some differences in pathogenicity or susceptibility depending on crops tested. *C. truncatum* was the most virulent and major pathogenic species among the four species.

**Key words** : soybean, small red bean, green bean, *Colletotrichum destructivum*, *C. gloeosporioides*, *C. trifolii*, *C. truncatum*.

콩(大豆)의 탄저병은 한국에서 1917년에 최초로 보고된 것으로 기록되어 있으며(6, 11, 19) 그 후 일본(4), 미국(11)을 비롯해서 현재는 전세계의 모든 콩 재배지에서 발생하고 있다(18, 19). 팥과 녹두의 탄저병 발생에 관해서는 확실한 기록이 없으나 1920년대부터 발생되었을 것으로 추정된다(23).

두류에 탄저병을 일으키는 병원균은 19종이 알려져 있으나(12) 연구자에 따라 같은 균종임에도 불구하고 다른 종으로 기재되어 중복되는 것이 많을 것으로 생각된다. 콩에는 *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Antrus & Moore를 위시하여 *C. destructivum* O'Gara [완전세대 : *Glomerella glycinis*(Hori) Lehman & Wolf], *C. gloeosporioides*(Penz.) Penz. & Sacc. [완전세대 : *G. cingulata*(Stonem.) Spauld. & Von Schrenk], *C. capsici*(H. Syd.) E. Butler & Bisby, *C. dematium*(Pers.) Fr., *C. lindemuthianum*(Sacc. & Magn.) Br. & Cav. [완전세대 : *G. linthemuthiana*

Shear], 및 *Colletotrichum* sp. 등 7종의 탄저병균이 보고된 것으로 정리되어 있다(3, 12, 20, 27). 그러나 이외에도 *C. trifolii* Bain & Essay(10, 14)와 *C. graminiicola*(Ces.) Wilson(18)도 콩의 탄저병균으로 보고되어 있다. 팥과 녹두의 탄저병균으로는 *C. phaseolorum* Takimoto가 우리나라에서 알려져 있으며(23) 녹두에 대해서는 열대지방에서 *C. truncatum*, *C. lindemuthianum*, *C. dematium* 및 *C. capsici* 등이 보고되어 있다(12).

본 연구는 병든 콩, 팥 및 녹두로부터 분리된 4종의 탄저병균에 대해서 형태 및 배양적 특성과 병원성을 조사한 결과를 정리한 것이다.

#### 재료 및 방법

병원균의 분리 및 보존. 병든 콩, 팥, 녹두를 9월에 경기도 가평 및 경기도 농촌진흥원에서 수집하여 부위별(잎, 줄기, 꼬투리, 종자)로 나누어 70% ethanol에 5초간, 1% 차아염소산 나트륨에 약 1분간 표

\*Corresponding author.

면살균한 다음 감자천배지(potato dextrose agar : PDA)에 치상 후 25°C에서 배양하고 물한천배지에서 희석법(16)으로 단포자를 분리하였다. 공시균주는 PDA에 배양하여 5°C에 보관하면서 사용하였다.

**병원균의 배양 및 형태적 특징조사.** 수집된 20균주 중 PDA에서의 배양특징에 따라 종별로 나누고 각 종 중에서 1균주씩을 선택하여 본 시험에 공시하였다. 공시균주는 PDA와 물한천배지(water agar leaf media : WALM : 바랭이의 연한 잎을 5 cm 길이로 잘라 살균한 후 물한천배지 위에 배양함)에서 25°C, 근자외선 12시간 조명 밑에서 배양하고 배양적 특성은 7일 후, 분생포자, 분생자충, 강모, 균핵 및 자낭각 등의 크기와 균학적 특징은 15일 후에 조사하였다. 또 감자물배지(potato dextrose broth : PDB)를 이용하여 포자 현탁액( $10^5$ /ml)을 만들어 slide culture법으로 발아시켜 2~3일 후에 부착기의 특징을 조사하였다. 분리균의 동정은 Baxter 등(2), Lehman과 Wolf(11), Manandhar 등(14), Sutton(21,22) 및 Tiffany와 Gilman(25)에 의하여 밝혀진 특징을 참고로 하였다.

**병원성 조사.** 균주는 WALM에서 근자외선을 12시간씩 비추면서 25°C에서 14일간 배양한 다음 형성된 포자를 수집하여 포자현탁액( $5 \times 10^5$ /ml)을 만들어 콩(무한콩), 팥(충주팥) 및 녹두(선화녹두)에 접종하고 습실에 24~48시간 두었다가 격리 보관하면서 발병과정을 조사하였다.

종자의 발아과정에 미치는 병원균의 병원성을 관찰하기 위하여 건전한 콩 종자를 골라 0.5% 차아염소산나트륨에 30분간 소독하고 살균수로 여러번 씻은 다음 6시간 침지 후 포자현탁액에 1시간 접종하여 직경 2 cm 크기의 연결 포트의 살균된 모래에 파종하고 14일간에 걸쳐서 발병상황을 조사하였다.

콩, 팥 및 녹두의 유묘에 대한 병원성을 조사하기

위하여 직경 10 cm의 pot에 각각의 소독된 건전한 종자를 파종하고 14일 된 식물체(V3 stage) (19)에 각 균의 포자현탁액을 분무접종하고 떡잎, 잎, 줄기 등에 나타나는 병징을 조사하였다.

또 콩과 녹두의 成體植物에 대한 병원성을 조사하기 위해서 직경 15 cm의 pot에 소독된 건전 종자를 파종하고 건전하게 키우면서 각 작물의 개화기부터 꼬투리가 맺히는 생육단계(R2~R5) (19)에 따라 실험을 실시하였다. 접종 전 1% 차아염소산나트륨액으로 접종부위를 세척하고 살균수로 여러번 씻어내어 병원균의 포자현탁액( $10^5$ /ml)을 분무접종하였으며, 떡잎, 줄기 및 꼬투리의 발병과정을 조사하였다.

## 결 과

**병원균의 분리.** 콩, 팥 및 녹두의 종자, 잎과 줄기에서 분리한 탄저병균의 종류는 Table 1과 같다. 병원균의 종류로는 형태적 특징에 따라 *Colletotrichum truncatum*(Schw.) Antrus & Moore, *C. destructivum* O'Gara, *C. trifolii* Bain & Essary와 *C. gloeosporioides*(Penz.) Penz. & Sacc. 등 4종으로 총 20균주를 분리하였다. 기주별로 보면 *C. truncatum*은 콩의 종자와 녹두의 잎에서, *C. destructivum*은 콩의 꼬투리와 팥의 잎과 줄기에서, *C. trifolii*는 팥의 잎과 종자에서 분리되었고, *C. gloeosporioides*는 콩의 잎과 꼬투리 및 녹두의 줄기에서 각각 분리되었다.

**병원균의 배양 및 형태적 특징.** 공시균의 배양적 특징을 PDA와 WALM에서 조사한 결과는 Table 2와 같다. 분생포자, 강모, 균핵 및 자낭각의 형성은 PDA보다 WALM에서 대체로 많은 편이었다. *C. destructivum*과 *C. truncatum*은 PDA에서 다른 탄저병균보다 비교적 느리게 자랐으며 *C. truncatum*은 암록색의 균층에 균핵과 연어색의 분생자충을 운문상

Table 1. *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean

Plant species	Isolated plant part	<i>Colletotrichum</i> species isolated	No. of isolates
<i>Glycine max</i> (soybean)	seed	<i>C. truncatum</i>	5
	pod	<i>C. destructivum</i>	3
		<i>C. gloeosporioides</i>	1
<i>Vigna angulari</i> (small red bean)	eaf	<i>C. gloeosporioides</i>	1
	seed	<i>C. trifolii</i>	1
	leaf	<i>C. destructivum</i>	1
<i>Phaseolus radiatus</i> var. <i>aurea</i> (green bean)		<i>C. trifolii</i>	4
	stem	<i>C. destructivum</i>	1
	leaf	<i>C. truncatum</i>	2
	stem	<i>C. gloeosporioides</i>	1

**Table 2.** Cultural characteristics of *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean on potato dextrose agar (PDA) and water agar leaf medium (WALM)

<i>Colletotrichum</i> isolates	Development on PDA <sup>a,b</sup>				Development on WALM <sup>a,b</sup>				Colony on PDA (mm)	Colony characteristics on PDA
	Conidia	Setae	Sclerotia	Perithecia	Conidia	Setae	Sclerotia	Perithecia		
<i>C. truncatum</i> <sup>c</sup>	+++	+++	+++	-	+++	+++	+++	-	40	dark olive gray intersperse with salmon coloured of conidial masses
<i>C. destructivum</i> <sup>d</sup>	+	+	++	-	++	++	+++	-	40	white gray mycelial rings with dark sclerotia
<i>C. trifolii</i> <sup>e</sup>	-	-	+++	-	+	+	+++	-	78	pink gray mycelial with dark spot
<i>C. gloeosporioides</i> <sup>f</sup> ( <i>Glomerella cingulata</i> )	-	-	-	+	+	-	-	++	68	white gray mycelial with small dark spots throughout colony

<sup>a</sup>After 7 days on PDA at 25°C; data are averages of 3 plates in each isolate.

<sup>b</sup>- : none, + : sparse, ++ : moderate, +++ : numerous.

<sup>c</sup>isolated from soybean seed. <sup>d</sup>isolated from small red bean leaf. <sup>e</sup>isolated from small red bean leaf. <sup>f</sup>isolated from soybean leaf.

**Table 3.** Conidial shapes and measurements of *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean on water agar leaf medium (WALM)

<i>Colletotrichum</i> isolates	Conidia	
	Shape	Size ( $\mu\text{m}$ ) <sup>a</sup>
<i>C. truncatum</i>	falcate	14.0~33.3(29.8)×1.8~4.4(2.6)
<i>C. destructivum</i>	straight, long, very slender abruptly tapered to each end	14.0~26.3(19.5)×3.0~4.8(4.0)
<i>C. trifolii</i>	straight, cylindrical, apex obtuse	14.0~18.4(17.0)×3.5~5.3(4.4)
<i>C. gloeosporioides</i> ( <i>Glomerella cingulata</i> )	straight, cylindrical, apex obtuse	7.5~17.5(10.5)×3.5~5.6(4.0)

<sup>a</sup>After 15 days on WALM at 25°C; data are averages of 30 spores in each isolate.

으로 형성하는 것이 특징적이었다. 균핵을 형성하는 것으로는 *C. truncatum* 외에 *C. destructivum*과 *C. trifolii*이었다. 둥근 모양의 균핵이 날개로 배지 전체에 산재하는 것이 *C. destructivum*이었으며, *C. trifolii*의 균핵은 중심부에 뭉쳐진 상태였고 *C. gloeosporioides*는 균핵형성 대신 자낭각과 자낭포자를 형성하였다. *C. truncatum*과 *C. destructivum*은 PDA와 WALM에서 강모의 형성이 좋았으나 *C. trifolii*는 PDA에서는 형성하지 않았으며 *C. gloeosporioides*는 두 종류의 배지에서 모두 형성되지 않았다.

*C. truncatum*의 분생포자는 무색, 단포의 낫모양이었으며 크기는 WALM에서 형성된 것이 14.0~33.3×1.8~4.4  $\mu\text{m}$  이었다(Table 3, Fig. 1). 흑갈색~흑색의 강모는 2~4개의 격막을 가지며 끝이 뾰족하고

크기는 96.3~218.9×5.3~8.8  $\mu\text{m}$  이었다(Table 4). 또 균핵이 PDA의 배지 속에 단독 또는 유합되어 운문상으로 형성되었으며, 흑색을 나타내고 크기는 180.5~613.7×267.1~866.4  $\mu\text{m}$ (Table 5) 이었다. 포자가 발아하면서 연흑갈색의 부착기가 형성되는데 곤봉형, 난형 또는 컷부리 모양의 것이 있었으며 크기는 7.0~12.3×10.5~19.3  $\mu\text{m}$ 였다(Table 6). 분생자충에는 많은 강모와 포자를 형성하였으며 연분홍색을 나타내고 크기는 57.8~216.6×93.9~238.3  $\mu\text{m}$  이었다.

*C. destructivum*의 분생포자는 무색, 단포이고 끝은 원통형으로 양끝이 뾰족한 것도 있었으며 크기는 14.0~26.3×3.0~4.8  $\mu\text{m}$  이었다(Table 3, Fig. 2). 담갈색~갈색의 강모는 3~9개의 격막을 가지고 끝이 뾰족하게 형성되었으며 크기는 78.8~280.0×3.5~7.0  $\mu\text{m}$  이었

**Table 4.** Characteristics of setae of *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean on water agar leaf medium

<i>Colletotrichum</i> isolates	Setae <sup>a</sup>			
	Formation degree and shape	Colour	No. of septa	Size (μm)
<i>C. truncatum</i>	abundant, tapering at the apex	black & dark brown	2~4(2.7)	96.3~218.9×5.3~8.8
<i>C. destructivum</i>	straight or curved or flexuous, long and short mixed	"	3~9(4.7)	78.8~280.0×3.5~7.0
<i>C. trifolii</i>	numerous	light brown	1~2(1.8)	105.0~273.8×3.9~5.3
<i>C. gloeosporioides</i> ( <i>Glomerella cingulata</i> )	absent or inconspicuous			

<sup>a</sup>After 15 days on WALM at 25°C; data are averages of 50 setae in each isolate.

**Table 5.** Characteristics of sclerotia of *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean on potato dextrose agar

<i>Colletotrichum</i> isolates	Sclerotia	
	Formation degree & shape	Size (μm) <sup>a</sup>
<i>C. truncatum</i>	numerous, submerged, irregular sometimes confluent, setose	180.5~613.7(369.4)×267.1~866.4(487.8)
<i>C. destructivum</i>	scattered, setose, immersed, globose, subglobose	72.2~649.8(311.2)×101.1~794.2(355.6)
<i>C. trifolii</i>	numerous, submerged, irregular sometimes confluent	365.2~874.8(603.6)×310.2~801.0(556.9)
<i>C. gloeosporioides</i> ( <i>Glomerella cingulata</i> )	absent	

<sup>a</sup>After 15 days on PDA at 25°C; data are averages of 30 sclerotia in each isolate.

**Table 6.** Characteristics of appressoria of *Colletotrichum* species isolated from soybean, small red bean and green bean on slide culture

<i>Colletotrichum</i> isolates	Appressoria <sup>a</sup>		
	Formation degree & shape	Colour	Size (μ)
<i>C. truncatum</i>	clavate, ovate, lobed	sepia brown	7.0~12.3(8.5)×10.5~19.3(14.2)
<i>C. destructivum</i>	clavate, globose, lobed	medium~dark brown	6.1~8.7(7.1)×7.9~14.0(10.1)
<i>C. trifolii</i>	absent		
<i>C. gloeosporioides</i>	lobed, clavate sometimes becoming complex	sepia brown	5.3~10.5(8.0)×10.5~17.5(13.3)

<sup>a</sup>After 2~3 days on slide culture at 25°C; data are averages of 30 appressoria in each isolate.

다(Table 4). PDA에 형성된 균핵은 강모를 가진 흑색의 공모양이었으며 날개로 배치전면에 흩어져서 형성되었다. 크기는 72.2~649.8×101.1~794.2 μm 이었다(Table 5). 부착기는 흑갈색의 곤봉형~원형으로서 크기가 6.1~8.7×7.9~14.0 μm 이었다(Table 6). 분생자충에는 많은 강모와 포자를 구형으로 형성하

였는데 분홍색을 나타냈으며 크기는 14.4~86.6×21.7~122.7 μm 이었다.

*C. trifolii*는 PDA에서 연분홍~회색의 균사속에 흑색의 많은 균핵을 중심부에 형성하였으나 강모는 형성되지 않았다. WALM에 형성된 포자는 무색, 단포이고 끝은 원통형으로 양끝이 둥글었으며 크기

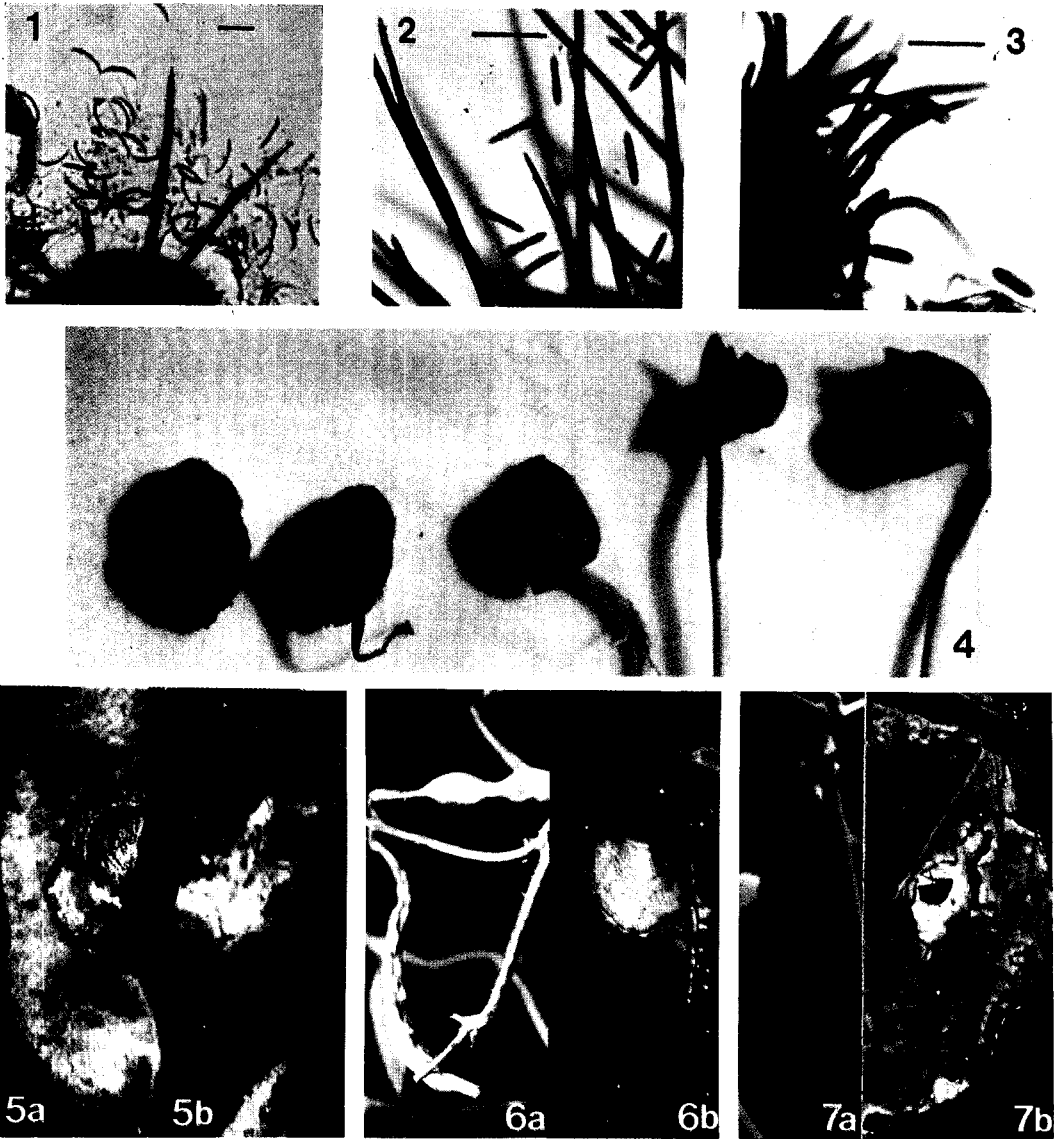


Fig. 1~7. Micrographs showing characteristics (bar=30  $\mu$ m) of conidia and setae of *Colletotrichum truncatum* (1), *C. destructivum* (2) and *C. trifolii* (3) on WALM. Anthracnose symptoms (4) appeared on soybean seeds and seedlings 7 days after inoculation with *C. truncatum* (seed rot) and *C. destructivum* (cotyledons and hypocotyl). Symptoms appeared in pots and leaves of soybean, small red bean and green bean 14~20 days after inoculation with *C. truncatum* (soybean: 5a, 5b), *C. trifolii* (small red bean: 6a, 6b), *C. gloeosporioides* (leaf of green bean: 7b) and *C. truncatum* (pot of green bean: 7a).

는 14.0~18.4 $\times$ 3.5~5.3  $\mu$ m 이었다(Table 3, Fig. 3). 얇은 갈색의 강모는 1~2개의 격막을 가지고 있으며 크기는 105.0~273.8 $\times$ 3.9~5.3  $\mu$ m 이었다(Table 4). 균핵은 PDA의 배지속에 묻쳐서 형성되었으며 크기는 365.2~874.8 $\times$ 310.2~801.0  $\mu$ m로서 다른 탄저병균의 것보다 컸다(Table 5). 본 실험에서는 부착기가

형성되지 않았다. WALM에 연분홍색의 원형~난형인 분생포자층이 형성되었는데 크기는 50.5~122.7 $\times$ 57.8~144.4  $\mu$ m로서 비교적 작았다.

*C. gloeosporioides*의 분생포자는 무색, 단포이고 원통형~타원형으로 양끝이 둥글었으며 크기는 WALM에서 7.5~17.5 $\times$ 3.5~5.6  $\mu$ m 이었다(Table 3). PDA

**Table 7.** Perithecia, asci, and ascospores measurements of *Glomerella cingulata* isolated from soybean and green bean on water agar leaf medium (WALM)

Isolates	Size (μm) <sup>a</sup>		
	Perithecia	Asci	Ascospores
GI <sub>1</sub> <sup>b</sup>	79.4~252.7(137.2)×50.5~166.1(113.9)	26.3~43.8(34.4)×7.0~8.8(7.8)	8.8~21.0(16.6)×3.5~4.4(3.7)
GI <sub>3</sub>	108.5~238.5(181.9)×72.2~173.3(126.8)	35.0~70.0(49.1)×7.0~12.3(9.7)	14.0~28.0(17.5)×3.7~6.1(5.25)

<sup>a</sup>After 15 days on WALM at 25°C; data are averages of 30 samples in each isolate.

<sup>b</sup>GI<sub>1</sub> from soybean leaf and GI<sub>3</sub> from green bean stem.

**Table 8.** Disease development on seedlings from inoculated seeds of soybean with *Colletotrichum* species in sand plug test

<i>Colletotrichum</i> isolates	Isolate number <sup>b</sup>	Symptoms observed (%) <sup>a</sup>			
		No germination and seed rot	Damping off and/or seedling blight	Seedlings with lesion at cotyledon and/or hypocotyl	Seedlings without any symptoms
<i>C. truncatum</i>	T <sub>1</sub>	20	80	0	0
	T <sub>6</sub>	15	25	15	45
<i>C. destructivum</i>	D <sub>1</sub>	10	10	10	70
	D <sub>4</sub>	10	0.5	75	10
	D <sub>5</sub>	15	20	35	30
<i>C. trifolii</i>	Tr <sub>3</sub>	25	60	15	0
	Tr <sub>5</sub>	15	40	25	20
<i>C. gloeosporioides</i>	GI <sub>1</sub>	10	15	45	30
	GI <sub>3</sub>	10	30	25	35

<sup>a</sup>Percentage of symptoms based on averages of 20 seeds.

<sup>b</sup>T<sub>1</sub> from soybean seed, T<sub>6</sub> from green bean leaf, D<sub>1</sub> from soybean pod, D<sub>4</sub> from small red bean leaf, D<sub>5</sub> from small red bean seed, Tr<sub>3</sub> from small red bean leaf, Tr<sub>5</sub> from small red seed, GI<sub>1</sub> from soybean leaf, and GI<sub>3</sub> from green bean stem.

에서 성장하는 균사의 생육을 보면 회백색이었으며 흑색의 자낭각을 형성하였다. 강모와 균핵의 형성은 인정되지 않았으며 부착기는 얇은 갈색으로 곤봉형~원통형 이었고 크기는 5.3~10.5×10.5~17.5 μm 이었다(Table 6). 분생자충의 크기는 57.7~86.6×72.2~122.7 μm로서 작은 편이었고 연분홍색을 띠었다. *C. gloeosporioides*의 자낭각은 흑갈색~흑색으로 단생 또는 군생하였으며 크기는 79.4~252.7×50.5~166.1 μm로서 콩분리균(GI<sub>1</sub>)이 녹두탄저병균보다 약간 작았다(Table 7). 자낭각의 공구는 유두상이었으며 그 외부에는 많은 균사가 형성되어 있었다. 자낭은 곤봉형~원통형으로 크기는 26.3~43.8×7.0~8.8 μm로서 녹두분리균 보다 콩분리균이 작았다. 자낭의 정단은 후막이었으며 8개의 자낭포자가 불규칙 2열로 들어 있었다. 자낭포자는 단포, 무색의 원통형~방추형 포자로서 가운데가 약간 굽어 있었으며, 크기는 8.8~21.0×3.5~4.4 μm로서 콩분리균이 작았다.

병원균의 종류별 병원성. 발아단계에 있는 콩의

종자에 대한 공시된 탄저병균의 병원성을 조사한 결과는 Table 8과 같다. 콩종자에 가장 강한 병원성을 나타낸 균으로는 *C. truncatum*과 *C. trifolii*였으며, 발아시 종자썩음과 발아직후 고사를 일으켰다. 그 다음으로는 *C. destructivum*과 *C. gloeosporioides*로서 유묘의 출현 이후 배추과 떡잎감염을 초래하였다(Fig 4).

본엽이 전개된 콩, 팥, 녹두의 유묘(V3 stage)에 대한 병원성 실험 결과는 Table 9와 같다. 콩과 녹두의 유묘는 *C. truncatum*과 *C. destructivum*에 대해서 감수성이 높았으며, 떡잎 부분은 검게 썩어서 탈락하였다. 병반은 어린 줄기를 따라 떡잎이 붙어 있던 부위를 검게 썩히고 심한 경우 고사하였다.

어린 잎도 병반을 형성한 채 전개되었거나 어린순이 검게 썩는 것도 관찰되었다. 팥의 유묘는 고사되는 것은 없었으나 잎과 줄기에 갈색의 부정형 병반을 형성하였다.

개화기 및 꼬투리가 맺히는 시기의 콩과 녹두 그리고 접종했던 꼬투리로부터 수확한 종자에 대한

**Table 9.** Disease severity ratings on seedlings (V<sub>3</sub> stage) of soybean, small red bean and green bean inoculated with isolates of *Colletotrichum* species

Colletotrichum isolates	Isolate number <sup>b</sup>	Disease severity <sup>a</sup>		
		Soybean	Small red bean	Green bean
<i>C. truncatum</i>	T <sub>1</sub>	+++	+	+++
	T <sub>6</sub>	++	+	+++
<i>C. destructivum</i>	D <sub>1</sub>	++	+	+++
	D <sub>4</sub>	+	+	+
<i>C. trifolii</i>	Tr <sub>5</sub>	-	-	+
<i>C. gloeosporioides</i>	Gl <sub>1</sub>	+	+	++

<sup>a</sup> - : no lesion developed, + : lesion developed 0~20% on seedling, ++ : 21~50% on seedling, +++ : 51~100% on seedling.

<sup>b</sup> T<sub>1</sub> from soybean seed, T<sub>6</sub> from green bean leaf, D<sub>1</sub> from soybean pod, D<sub>4</sub> from small red bean leaf, Tr<sub>5</sub> from small red seed, and Gl<sub>1</sub> from green bean leaf.

병원성을 조사한 결과는 Table 10과 같다. *C. truncatum*은 콩과 녹두의 성체에 대해서 모두 병원성이 강하게 나타났으며 어린순이 검게 말라죽거나 줄기에 적갈색 내지 검은색의 병반을 형성하였다. 심하게 감염된 꼬투리는 탄저병균의 분생자충을 형성하고 종자의 형성이 저해되었다(Fig. 5b, 6b, 7b). *C. destructivum*과 *C. gloeosporioides*는 주로 콩, 팥 및 녹두의 잎에 갈색의 병반을 형성하였고(Fig. 5a, 6a, 7a), *C. trifolii*도 녹두의 잎과 줄기, 어린 순에 약간의 병징을 나타내었으나 콩의 증상은 심하지 않았다.

탄저병균을 접종했던 녹두 성체식물에 맺힌 꼬투리에서 종자를 채취하여 탄저병균의 이병율을 조사한 결과 *C. truncatum*과 *C. destructivum*의 이병률이 현저히 높았고 *C. trifolii*와 *C. gloeosporioides*는 낮았다.

## 고 찰

콩, 팥 및 녹두에서 분리된 탄저병균은 모두 4종이었다(Table 1). 콩에서는 *C. truncatum*, *C. destructivum* 및 *C. gloeosporioides*가 분리되었고, 팥에서는 *C. destructivum* 및 *C. trifolii*, 녹두에서는 *C. truncatum* 및 *C. gloeosporioides*가 각각 분리되었다.

두류에서 분리되는 탄저병균으로는 19종이 보고되었으며(12), 그 중 콩에서 많이 발견되는 균은 9종이 있으며(3, 10, 12, 14, 18, 27), *C. truncatum*이 대표종이라고 할 수 있다.

본 실험에서도 콩의 경우 *C. truncatum*의 분리비율이 가장 높았다. *C. truncatum*은 *C. glycines*(4) *Glomerella glycines*의 불완전세대(11), 또는 *C. capsici*와 *C. dematium*(12) 등으로 보고된 바 있으나 현재는 Sutton(21, 22)의 방법에 따라 *C. truncatum*으로 널리 사용되고 있다. 녹두에서도 *C. truncatum*이 분리되었는데 이것도 Sutton(21, 22)에 따라 정한 것이며 *C. capsici* 또는 *C. dematium*으로 보고된 바 있다(12).

**Table 10.** Disease severity ratings on adult plants of soybean, green bean plant and seeds collected from green bean inoculated with isolates of *Colletotrichum* species obtained from soybean, small red bean and green bean

Colletotrichum isolates	Isolate number <sup>b</sup>	Disease severity <sup>a</sup>		
		Green bean	Soybean plant <sup>c</sup>	Green bean seeds <sup>c</sup>
<i>C. truncatum</i>	T <sub>1</sub>	2.8 a <sup>d</sup>	3.9 a	52.5 c
	T <sub>6</sub>	3.0 a	2.2 bc	73.0 ab
<i>C. destructivum</i>	D <sub>1</sub>	1.8 bc	2.4 bc	66.2 b
	D <sub>4</sub>	2.0 b	2.8 b	80.8 a
	D <sub>5</sub>	2.3 ab	2.3 bc	44.3 c
<i>C. trifolii</i>	Tr <sub>3</sub>	2.0 b	1.5 cd	25.8 d
<i>C. gloeosporioides</i>	Gl <sub>1</sub>	-	2.7 b	-
	Gl <sub>3</sub>	2.0 b	-	27.5 d

<sup>a</sup> Disease severity is the calculated average of the disease severity scores : 1=no lesion, 2=1~20%, 3=21~50%, 4=51~70%, 5=70~100%. Means based on three plants each.

<sup>b</sup> T<sub>1</sub> from soybean seed, T<sub>6</sub> from green bean leaf, D<sub>1</sub> from soybean pod, D<sub>4</sub> from small red bean leaf, D<sub>5</sub> from small red bean seed, Tr<sub>3</sub> from small red bean leaf, Gl<sub>1</sub> from soybean leaf, and Gl<sub>3</sub> from green bean stem.

<sup>c</sup> Means based on 100 seeds collected from inoculated plants each.

<sup>d</sup> The same letters indicate Duncan's multiple range groupings which do not differ significantly at the 5% level.

*Glomerella glycines*의 불완전세대(11), 또는 *C. capsici*와 *C. dematium*(12) 등으로 보고된 바 있으나 현재는 Sutton(21, 22)의 방법에 따라 *C. truncatum*으로 널리 사용되고 있다. 녹두에서도 *C. truncatum*이 분리되었는데 이것도 Sutton(21, 22)에 따라 정한 것이며 *C. capsici* 또는 *C. dematium*으로 보고된 바 있다(12).

*C. gloeosporioides*는 기주범위가 넓은 균으로서 Sinclair 등(19)에 의해 콩에서 보고되어 있으나, 녹두에서는 발생기록이 없고 다만 瀧元(23)에 의해서 *C. phaseolum*이라고 보고된 것을 山本(27)가 *C. gloeosporioides*로 바꾸어 기록한 것이 있다. *C. destructivum*은 *Glomerella glycines*의 불완전세대이며 분생포자의 형성이 불완전했기 때문에(25) *C. glycines*과의 확실한 구별없이 사용되다가 Tiffany 등(25), Kurata (10) 및 Manandhar 등(15)에 의해서 확인되었다. 팥에서 분리된 기록은 아직 없다.

*C. trifolii*는 팥에서만 분리되었는데 포자의 특징으

로서는 *C. gloeosporioides*나 *C. destructivum*과 같이 원통형으로 양끝이 둥글게 생겼으나 포자의 크기, 강모와 균핵의 형성유무에 따라 *C. trifolii*라고 동정하였으며, 콩(10)에서도 보고된 바 있다. 팥과 녹두의 탄저병균으로 보고되어 있는 *C. phaseolum*(23)은 포자의 모양이 초생달 모양이며 강모가 많이 형성되는 점으로 보아 *C. truncatum*이 아닌가 생각된다.

탄저병균의 분리기준은 Sutton(21, 22)의 방법에 의하면, 분생포자의 형태와 크기, 강모의 유무 및 형태, 균핵형성 유무, 부착기의 형태 및 분생포자 발아과정의 특징, 그리고 기타 배양적 특성, 기주범위 및 병원성 등의 차이에 근거를 두고 있다. 두류에서 분리된 탄저병균은 굽은 포자(초생달 모양)와 곧은 포자(원통형)로 크게 나눌수 있었으며, 포자의 크기, 강모의 형성유무와 특징, 균핵의 형성유무와 특징, 자낭각의 형성유무 등에 근거해서 나누었다.

콩과 녹두에서 분리한 *C. truncatum*은 완전세대가 아직 밝혀지지 않았으며, Holdeman(7), Kulshrestha 등(9), 그리고 Tiffany 등(25)이 콩에서 분리한 균과 형태적으로 같았다. 또한 PDA에서 연분홍색의 분생자충과 강직한 모양의 암갈색 강모를 풍부하게 형성하였으며, 암록색의 균사위에 균핵을 형성하는 특징이 있다. 콩에서 분리된 *C. truncatum*에 비해 녹두에서 분리한 *C. truncatum*은 배지상에서 균사와 강모로 덮힌 검은색의 뚜렷한 균핵위에 분생자충을 형성하는 것이 매우 특징적이었다. Khan 등(8)에 의하면 균핵형성이 잘되는 *C. truncatum* 계통과 잘 안 되는 것이 있다고 한다.

*C. destructivum*은 배지상에서 처음에는 분홍색으로 자라다 회색으로 변하였으며 둥근 모양의 균핵을 배지전체에 균일하게 형성하였다. 분생포자는 원통형으로서 가운데가 약간 잘록하고 길며 양끝이 뾰족한 모양이었다. 강모 또한 길고 가늘며 격막이 많았다. Manandhar 등(14)은 포자의 크기에 따라 두 그룹으로 나누었고, Tiffany 등(25)도 배지상에서의 특징에 기준을 두고 두 가지로 나누었으나, 본 실험에서는 구분하기가 어려웠다. *C. destructivum*의 유성세대인 *G. glycines*는 26°C의 소금효모설탕배지에서 그 형성이 풍부하다고 하였으나(14, 18) 본 연구에서는 발견하지 못하였다. 분생포자가 발아할 때 격막이 생기고 양쪽으로 발아되는 것이 많았으며 짧은 발아관 끝에 부착기를 형성하였다.

*C. trifolii*는 豆科 중 콩(10)과 사료작물(5, 26)에서 보고되었으나 본 실험에서는 팥의 종자와 잎에서 분리되었다. 분생포자는 *C. destructivum*보다 훨씬 작고, 강모를 아주 많이 형성하는 것이 특징이었는데,

*C. gloeosporioides*와도 구분할 수 있는 특징이 있었다. 균층은 분홍색을 띠며 차츰 암록색으로 변하고 오래된 배지에서는 균핵을 형성하였다.

다범성 균으로 알려진 *C. gloeosporioides*도 콩과 녹두에서 분리되었으며 회백색 균층에 자낭각을 형성하였다. 배지상에서 분생자충의 형성은 드물고 WALM에서는 강모가 없는 분생자충이 조사되었다. 분생포자는 무색, 단포로서 원통형~타원형이며 양끝이 둥글었다. 식물체 및 PDA, WALM에서 유성세대의 형성이 용이하였고, 작은 병꼴의 자낭각에서 자낭 및 자낭포자가 관찰되어 *G. cingulata*임을 확인할 수 있었다. 콩, 팥, 녹두에 대한 *C. truncatum*, *C. destructivum*, *C. trifolii* 및 *C. gloeosporioides*의 병원성을 보면 균종간의 병징형성에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았으나, 기주의 생육단계별 병원성에서는 차이를 나타내었다.

발아시 콩종자에 대해 병원성이 가장 강한 균은 *C. truncatum*으로서 종자썩음 및 유묘전후 고사를 일으켰다. In 등(1)은 *C. truncatum*의 병원성을 인정하였으며, Røy(17)와 Ling(13)에 의해서도 *C. destructivum*과 *C. trifolii*의 발아 및 유묘기의 콩에 대한 병원성이 보고되었는데 본 실험의 결과와 같았다. 콩 외에도 팥과 녹두종자에 4종의 탄저병균을 접종하였으나 병원성이 약하게 나타났다. 이는 팥과 녹두의 종자에서 탄저병균의 검출률이 낮았던 것과 일치하며 종피가 콩보다 단단하여 종자감염이 어려웠던 것이 아닌가 생각된다. 그러나 탄저병균을 접종한 개화기의 녹두 성체식물에서 채취한 녹두종자에 대한 감염율을 조사한 결과(Table 12), *C. truncatum*과 *C. destructivum*의 검출이 많았던 점으로 보아 생육기와 감염시기에 따라 종자감염이 이루어진다고 생각된다.

본엽이 전개되는 시기의 콩, 팥 및 녹두의 유묘에 대한 병원성 실험에서도 *C. truncatum*이 가장 강했고, 나머지 균들도 병원성을 나타내었다. 콩탄저병은 유묘기의 초기나 후기의 생식생장단계, 즉 개화기부터 꼬투리가 맺히는 단계에서 심하게 발생한다는 보고(12, 14)와 같이 콩과 녹두의 성체에 병원균을 접종한 결과 종자를 형성하지 않은 채 말라죽는 꼬투리가 많았고, 줄기와 잎에 병반이 형성되었다. 이것은 Hepperly 등(6)이 콩의 생육단계별로 병원성을 실험한 결과와 같았다.

## 요 약

콩, 팥 및 녹두에 발생하는 탄저병균에 대한 균학적



특성 및 병원성을 비교하였으며, *Colletotrichum truncatum*(Schw.) Antrus & Moore, *C. destructivum* O' Gara, *C. trifolii* Bain & Essary 및 *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. 등이 형태적 특징에 따라 동정되었다. *Colletotrichum* spp.의 colony는 분리관과 배지의 종류에 따라 생육습성과 색깔이 다양하였다. 분생포자, 강모 및 자낭각의 형성은 근자외선 광 밑에서 PDA보다는 WALM에서 일반적으로 많았다. 교차접종시험 결과 콩, 팥 및 녹두의 생육단계별로 *C. truncatum*, *C. trifolii* 및 *C. gloeosporioides* 등에 의해서 감염 되었으며 공시된 병원균의 병원성과 작물의 감수성 사이에는 약간의 차이를 나타냈고, *C. truncatum*이 4종의 균종 병원성이 가장 강하고 우점종이었다.

### 참고문헌

- Anonymous. 1982. 종자 전염병균에 관한 시험, pp. 528-536. 충청남도 농촌진흥원 시험연구보고서.
- Baxter, A. P., Van Der Westhizen, G. C. A. and Ericker, A. 1983. Morphology and taxonomy of South African isolates of *Colletotrichum*. *South African J. Bot.* 2: 259-289.
- Gilman, J. C. and Tiffany, L. H. 1950. Some species of *Colletotrichum* on leguminous forage crops. *Phytopathology* 40: 10. (Abstr.)
- Hemmi, T. 1920. Beitrage zur Kenntnis der Morphologie und Physiologie der Japanischen Gloeosporien. *J. Coll. Agr. Hokkaido Imp. Univ.* 9: 1-159.
- Henderson, R. G. and Smith, T. J. A. 1948. Crown rot of alfalfa caused by *Colletotrichum trifolii*. (Abstr.) *Phytopathology* 38: 570.
- Hepperly, P. R. Mignucci, J. S. Sinclair, J. B. and Mendoza, J. B. 1983. Soybean anthracnose and its seed assay in Puerto Rico. *Seed Sci. & Technol.* 11: 371-380.
- Holdeman, Q. L. 1950. Some falcate-spored *Colletotrichum* on legumes. (Abstr.) *Phytopathology* 40: 12.
- Khan, M. and Sinclair, J. B. 1992. Pathogenicity of sclerotia and nonsclerotia-forming isolates of *Colletotrichum truncatum* on soybean plants and roots. *Phytopathology* 82: 314-319.
- Kulshrestha, D. D., Mathur, S. B. and Neergaard, P. 1976. Identification of seed-borne species of *Colletotrichum*. *Friesia* 11: 116-125.
- Kurata, H. 1960. Studies on fungal diseases of soybean in Japan. *Bull. of the National Institute of Agri. Sciences. Series C. No. 12:* 1-153.
- Lehman, S. G. and Wolf, F. A. 1926. Soybean anthracnose. *J. Agric. Res.* 33: 381-390.
- Lenne, J. M. 1992. *Colletotrichum* disease of legumes. In: *Colletotrichum. Biology, Pathology and Control*, ed. by G. A. Bailey and M. G. Feger, pp. 134-159. CAB International U.K.
- Ling, L. 1940. Seedling stem blight of soybean caused by *Glomerella glycines*. *Phytopathology* 30: 345-347.
- Manandhar, J. B., Hartman, G. L. and Sinclair, J. B. 1986. *Colletotrichum destructivum*, the anamorph of *Glomerella glycines*. *Phytopathology* 76: 282-285.
- Manandhar, J. B., Kunwar, I. K., Singh, G. L., Hartmann, G. L. and Sinclair, J. B. 1985. Penetration and infection of soybean leaf tissues by *Colletotrichum truncatum* and *Glomerella glycines*. *Phytopathology* 75: 704-708.
- Matuo, T. 1964. 病原菌の分離同定 "Fusarium" 土壌病害(1): 57-67. 日本植物防疫協會. 東京.
- Roy, K. W. 1982. Seedling disease caused in soybean by species of *Colletotrichum* and *Glomerella*. *Phytopathology* 72: 1093-1096.
- Sinclair, J. B. 1988. Anthracnose of soybean. In: *Soybean diseases of the north central region*, ed. by T. D. Wyllie and D. H. Scott, pp. 92-95. APS press. St. Paul, MN, USA.
- Sinclair, J. B. and Backman, P. A. 1989. *Compendium of soybean disease*. pp. 13-15. 3rd. ed., APS press.
- Staples, R. C., Laccetti, L. and Yaniv, Z. 1976. Appressorium formation and nuclear division in *Colletotrichum truncatum*. *Arch. Microbiol.* 109: 75-84.
- Sutton, B. C. 1980. *The Coelomycetes*. Commonw. Mycol. Inst. Kew.
- Sutton, B. C. 1992. The *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: *Colletotrichum, Biology, Pathology and Control*, ed. by G. A. Bailey and M. G. Feger, pp. 1-26. CAB International, U.K.
- 瀧元清透. 1934. 小豆の褐紋病. 日植病報 4(12) (籾方末彦著 食用作物病學, pp. 199-201에서 引用함).
- Tiffany, L. H. 1951. Delayed sporulation of *Colletotrichum* on soybean. *Phytopathology* 41: 975-985.
- Tiffany, L. H., and Gilman, J. C. 1954. Species of *Colletotrichum* from legumes. *Mycologia* 46: 52-75.
- Welty, R. E. 1984. Blue lupine as a host for *Colletotrichum trifolii* from alfalfa and for *C. fragariae* from strawberry. *Plant Dis.* 68: 142-144.
- 山本和太郎. 1962. 炭疽病菌とその類似菌の分類と種屬の改變. 植物防疫 16: 68-74.