

Sclerotium sp.에 의한 프리지아 균핵병 발생이상엽* · 류재기¹ · 김용기농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, ¹농촌진흥청 연구관리국 연구정책과Occurrence of Freesia Basal Rot Caused by *Sclerotium* sp.Sang-Yeob Lee*, Jae-Gee Ryu¹ and Yong-Ki KimDivision of Plant Pathology, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea¹Research Policy Planning Division, Research Management Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received on July 18, 2006)

Basal rot of freesia caused by a *Sclerotium* sp. occurred at Incheon areas. Incidence of the disease reached up to 45% and averaged 17.0% in the fields. Typical symptoms consisted of sheath dry and leaf blight due to rots on basal leaves. The causal fungus was identified as *Sclerotium* sp. based on following mycological characteristics. The fungus formed sclerotia on cultural media and plant tissues, but did not produce asexual spores. On cultural medium, aerial mycelia of the fungus changed color from white to clay with cultural age and smelled musty odor. Numerous irregular and elliptical black microsclerotia of the fungus were formed on potato dextrose agar (PDA) after 5 days of incubation at 25°C and sized 115~200 × 95~150 (av. 145~126.5) μm. The fungus grew at 10~32°C and pH 4.0~8.5. However, the optimal temperature and pH for mycelial growth of the fungus were 24°C and 5.5 respectively. The isolate showed present pathogenicity to not only freesia but gladiolus in the pathogenicity test, and the symptoms were similar to those observed in the fields. Basal rot of freesia caused by *Sclerotium* sp. is firstly reported in Korea.

Keywords : Basal rot, Freesia (*Freesia hybrida*), *Sclerotium* sp.

프리지아는 대부분의 원종이 남아프리카 케이프타운 회망봉 근처에 자생하며, 1873년에 처음 상업적 재배가 시작되어 1945년 이전에 이미 중요한 화훼작물로 자리를 잡았다. 현재는 유럽에만 약 600 ha 정도가 재배되고 있다. 국내에서 프리지아의 재배면적은 2002년에 72.1 ha이고, 주요 재배지역은 경기, 전북, 충북, 경남, 인천 등이다 (농림부, 2002). 프리지아의 용도는 꽃꽂이, 꽃바구니, 꽃다발용 절화, 포프리(향)와 향료원료로 이용되고 있다. *Sclerotium gladioli*는 프리지아, 글라디올러스, 그로코스 등 붓꽃과에 균핵병을 일으키며(Jeves와 Coley-smith, 1976), 일본에서는 1939년에 *Sclerotinia* sp.로 보고되어 있으나, 종명은 조사되지 않았고 이를 *Stromatinia gladioli*라 생각된다고 기술하였으며, 프리지아, 크로커스와 글

라디올러스에 균핵병이 발생한다는 보고가 있다(The Phytopathological Society of Japan, 2000). 그러나 국내에서 보고한 프리지아의 병해는 갯빛곰팡이병과 모자이크 병 이외에 보고된 바가 없다(홍, 2002; 한국식물병리학회, 2004).

본 연구에서는 아직까지 우리나라에서 보고되지 않은 프리지아의 균핵병에 대한 병원균의 동정, 발병상황, 병원성 및 약제반응 등에 대한 실험결과를 보고한다.

재료 및 방법

병발생 조사. 2000년에 인천의 프리지아 재배단지에서 프리지아의 지체부가 갈변되어 식물체가 갈색 또는 황백색으로 변하여 말라죽는 병이 발생하였다. 이와 같은 증상을 나타내는 프리지아 재배포장의 발생농가수와 이 병주율을 조사하였다.

시험균주. 본 실험에서 사용한 균핵병균 SC96007 균

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0425, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) lsyl1111@rda.go.kr

주는 프리지아의 병든 조직에서 건전부위와 병든 부위의 경계를 5 mm×5 mm의 크기로 자른 후 1% NaOCl로 1분간 표면소독하고 멸균수로 세척하였다. 세척한 조직을 물한천배지(water agar)에 치상한 다음 25°C에서 3일간 배양하여 성장한 단균사를 분리하여 potato dextrose agar (PDA)에 접종하고 25°C에서 배양한 후, 10°C 항온기에 보관하면서 실험에 사용하였다.

형태적 특징. 병든 프리지아에서 분리한 균주 SC96007의 형태적 특징을 알아보기 위하여 PDA에서 배양한 균총의 색과 냄새, 균사의 폭을 조사하였으며, 균핵의 크기는 식물체와 PDA 배지에서 형성된 균핵을 각각 조사하였다. 균핵 형태의 특성을 알아보기 위하여 프리지아 조직에 형성된 균핵을 냉동마이크로톰으로 절단하여 균핵의 구조를 조사하였다. 또한 균사내 핵의 수를 관찰하기 위하여 핵 염색은 HCl-giemsa의 방법(Onkar 등, 1995)을 변형하여 PDA 배지를 입힌 슬라이드그라스 위에서 24°C에서 배양하여 핵을 염색한 다음 광학현미경으로 핵의 수를 조사하였다.

배양적 특징. 분리균의 균사생장에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위하여 24°C에서 5일간 배양한 균총의 선단을 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내서 PDA 배지에 치상한 후, 온도실험은 5°C부터 35°C까지 12구간으로 나누어 배양하였으며 실험은 3반복으로 실시하였다. 균사 생장은 각 온도에서 4일 배양 후, 균핵형성량은 4일과 8일 배양한 후에 조사하였다. 배지의 pH에 따른 균사생장은 1 N-NaOH와 1 N-HCL로 PDA 배지의 pH 4.0부터 8.5까지 0.5 간격으로 조절하였다. 실험은 4반복으로 실시하였으며, 4일 배양한 후 균총의 길이를 조사하였다.

또한, 균사생장에 미치는 광조사의 효과는 24°C 항온기에서 20 W 형광등을 이용하여 광조사와 암상태가 교호로 12시간씩 조사한 구, 광을 24시간 조사한 구와 24시간 암상태에서 배양한 5일 후에 균사생장에 미치는 영향을 조사하였다.

병원성 검증. 프리지아(이본느)와 글라디올러스(스픽앤드스판)의 구근을 배노람수화제 500배액에 침지소독한 후, 직경 25 cm 포트에 발흙과 돈분퇴비를 섞은 상토를 이용하여 파종하였다. 프리지아는 파종 30일 후에, 24°C에서 5일간 배양한 균총의 선단부위를 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내서 지제부와 잎에 접종한 다음, 접종부분을 비닐조각으로 싸서 주간온도 25°C와 야간온도 18°C로 조절한 생육상에 넣어서 접종 10일 후에 병 발생을 확인하였다. 글라디올러스는 파종 30일 후에 줄기와 잎을 채취하여 멸균수로 세척하였다. 24°C에서 5일간 배양한 분리균의 균총의 선단부위를 직경 5 mm 코르크보러로 떼

어내서 각 부위에 접종하여 포화습도를 유지한 밀폐된 플라스틱상자에 담아서 24°C 항온기에 넣어 접종 7일 후의 병 발생을 확인하였다. 프리지아와 글라디올러스의 병반부위에서 병원균을 재분리하였다.

약제의 영향. 약제가 프리지아 균핵병균의 균사생장에 미치는 약제의 영향을 알기 위하여 PDA 배지에 디에토펜카브·가벤다짐수화제((1,000배), 프로시미돈수화제(1,000배), 빈졸수화제(1,000배), 빈졸·치오판네이트메칠수화제(1,000배)와 베노밀수화제(1,500배)를 각각 혼합하여 페트리디쉬에 분주하여 약제혼합배지를 제조하였다. 병원균은 24°C에서 4일간 배양한 균총의 선단부위를 직경 5 mm 코르크보러로 떼어내서 약제가 혼합된 페트리디쉬에 약제당 4반복으로 치상한 다음, 24°C에서 4일 배양한 후 균사생장을 조사하였다.

결과 및 고찰

발생조사. 인천의 프리지아 재배단지에서 병 발생을 조사한 결과, 총 47개 포장 중에서 균핵병이 발생한 포장이 55.3%이었다. 포장별 병 발생은 13.3%부터 최대 44.7%의 이병주율을 나타냈고, 평균 17%의 높은 발병율을 나타냈다(Table 1). 프리지아재배단지에서 매우 심각한 피해를 주고 있는 토양병해로 본 병에 대한 방제대책이 절실히 요구되었다.

병징. 프리지아 균핵병은 지제부에서부터 발병을 시작하여 잎집을 타고 올라가서 갈변되거나 황백색으로 변하여 진전되어서 그루가 말라 죽는다(Fig. 1A,B). 병든 잎에서는 흰색균사가 있거나 소형 흑색균핵이 형성되었다.

병원균 동정. 프리지아에서 분리한 SC96007균은 균총의 색은 초기에 흰색을 띠며, 배양기간이 길어질수록 고등색과 같은 짙은 갈색을 띠며(Fig. 4A), 흙냄새가 나는 것이 특징이다. 이 균의 주균사의 폭은 6.0~9.0 μm 로 평균 7.4 μm 이며, 균사 선단부위의 폭은 2.4~8.0 μm 로 평균 4.9 μm 이다(Fig. 3C). HCl-giemsa의 방법을 변형하여 균사의 핵을 염색한 결과, 균사의 한 세포내에 핵의 수는 2~11개이며, 평균 4개였다(Fig. 4D). 균핵은 불규칙한 흑색 타원형, 매우 작은 균핵으로 크기가 식물체상에서 115~200 \times 95~150 μm (평균 145 \times 126.5 μm)이고(Fig. 3A), PDA 배

Table 1. Occurrence of freesia basal rot caused by *Sclerotium* sp. in the vinylhouse in Incheon

No. of fieldes investigated	No. of fieldes infected	% of infected field	Incidence (%)
47	26	55.3%	13.3~44.7 (Ave. 17.0)

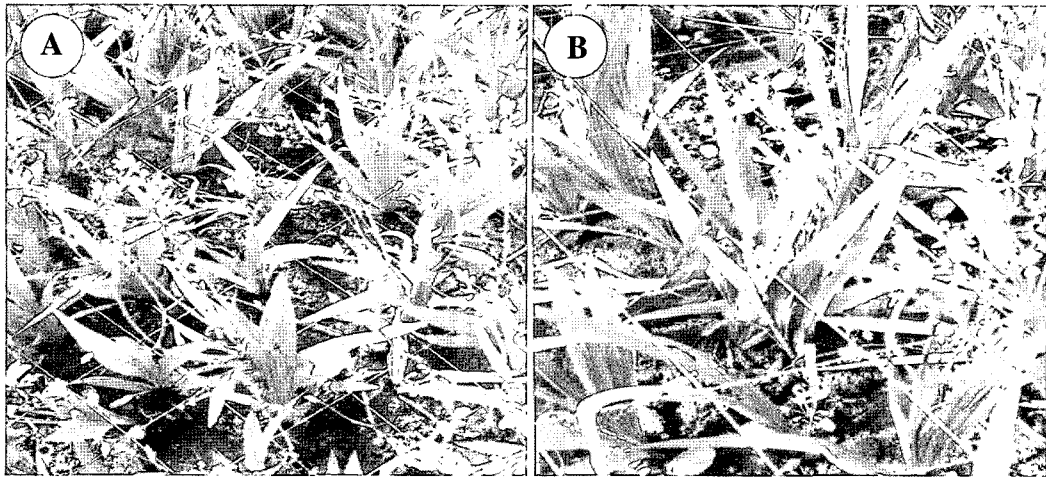


Fig. 1. Symptoms of freesia dry rot infected with *Sclerotium* sp. in the field. **A**, sheath blight of freesia with discoloration. **B**, Basal leaves of freesia infected with *Sclerotium* sp. showing dark brown.

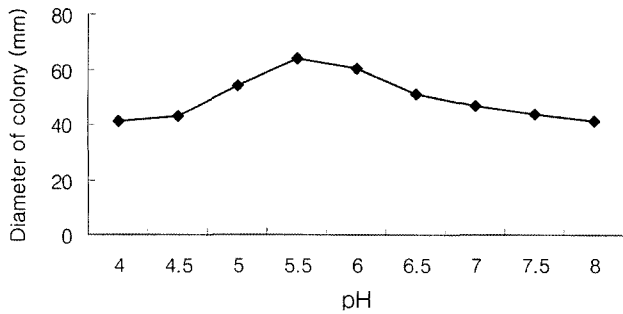


Fig. 2. Mycelial growth of *Sclerotium* sp. on PDA with different pH.

지상에서 130~370×110~220 μm(평균 209.6×149.6 μm)으로 식물체상에서 형성된 균핵 보다 작았다(Fig. 3B).

냉동마이크로톰을 이용하여 균핵의 단면을 잘라서 형태를 조사한 결과, 균핵의 흑색 겉부분(rind)은 밀집된 두꺼운 벽세포로 두께가 12.5~20 μm이며, 그 안에 내용물(small oil globules)을 둘러 쌓여 있어(Fig. 4B), 이 균이 *Sclerotium*속 균이라는 것을 알 수 있었다.

분리균의 온도별 균사 성장을 조사한 결과, 10~32°C에서 균사 성장하였으며, 최적의 균사 성장 온도는 24°C이었다. 균핵 형성은 배양 4일 후에 24~30°C에서 이루어졌으며, 배양 8일 후에 20~30°C에서 형성되었으나 22~30°C에서 가장 많은 균핵이 형성되었다(Table 2). 분리균의 균사 성장에 대한 pH의 영향을 조사한 결과, pH 4.0~8.5에서 균사가 성장하였으며, pH 5.5에서 최적의 균사 성장을 나타내었다(Fig. 2). 또한, 광이 균사생장에 미치는 영향을 조사한 결과, 24시간 광처리한 구, 12시간 광과 암의 교호처리한 구에서 암처리에 비하여 모두 균사 생장이 저조하였으며, 특히 광을 교호처리한 구에서 가장 균사 생장이 저조하였다(Table 3).

1918년에 Massey는 *Sclerotium* sp.로 보고하였으며, 이 병은 Wallace 의해서 처음 dry rot라고 병명되었지만, 1928년에 Massey는 dry rot, hard rot, neck rot, soft rot, stem rot라는 병명으로 기술되었다고 하였다. 이 병징은 미국, 영국, 프랑스, 네덜란드에서도 발견되었으며, *Sclerotium gladioli*로 보고되었다. Massey는 PDA 배지에서 균핵의

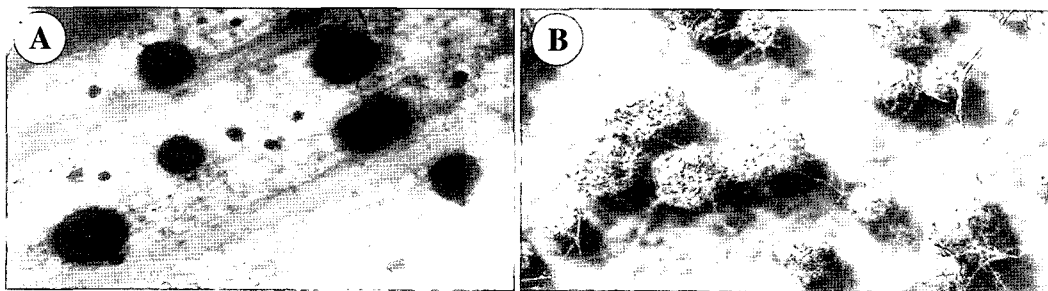


Fig. 3. Sclerotia of *Sclerotium* sp.. **A**, Microsclerotia produced on tissue of freesia infected with *Sclerotium* sp. in the field. **B**, Numerous elliptical to irregular black microsclerotia formed on PDA after 7 days of incubation at 25°C.

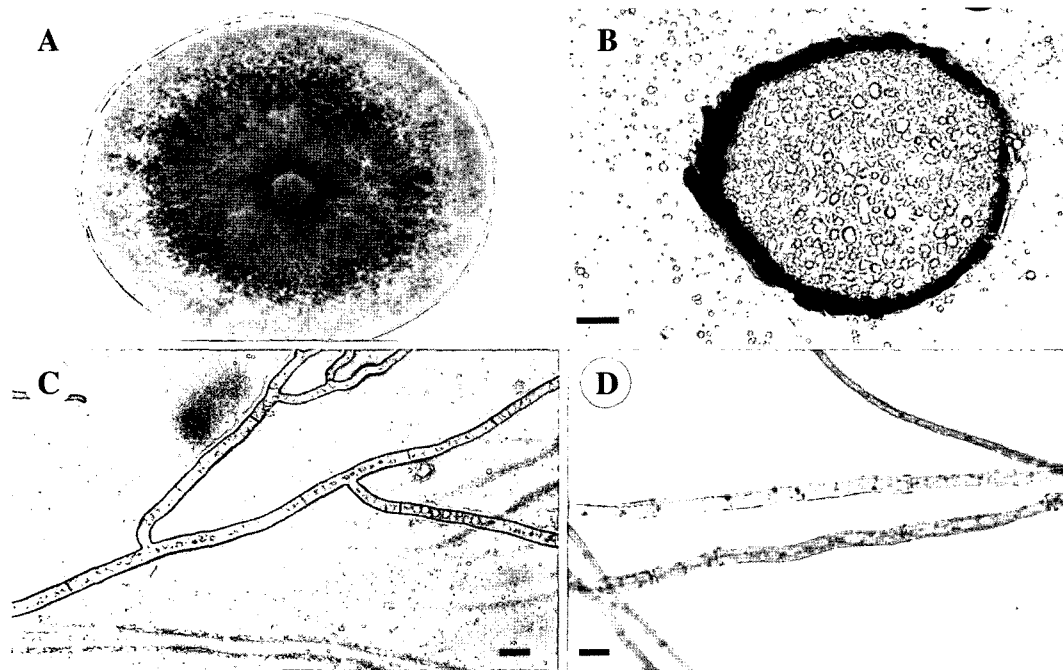


Fig. 4. Morphological characteristics on colony, sclerotia and hyphae of *Sclerotium* sp.. **A**, Colony of *Sclerotium* sp. with abundant aerial mycelia and clay color. It was cultured on PDA at 25°C for 7 days. **B**, A sclerotial section of *Sclerotium* sp. with thick rind (scale bar = 20 µm). **C**, Branched hyphae of *Sclerotium* sp. cultured on PDA (scale bar = 10 µm). **D**, Nuclei in hyphae of *Sclerotium* sp. (scale bar = 10 µm).

Table 2. Mycelial growth and formation sclerotia of *Sclerotium* sp. on potato dextrose agar (PDA) at different temperatures

Temperature (°C)	Diameter of colony (mm) ^{a)}	Formation of sclerotia ^{b)}	
		4 days after incubation	8 days after incubation
5	0 i ^{c)}	-	-
10	6.8 h	-	-
15	35.0 f	-	-
20	54.7 d	-	++
22	63.7 b	-	+++
24	71.0 a	+	+++
26	61.0 c	++	+++
28	56.7 d	++	+++
30	43.0 e	+++	+++
32	24.0 g	-	+++
35	0 i	-	-

^{a)}Measured after 4 days of incubation.

^{b)}Degree of formation of sclerotia. +, below 1/2 mycelial growth; ++, above 1/2 mycelial growth; +++, above 3/4 mycelial growth; -, no formation.

^{c)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

크기를 90~300×90~240 µm(평균 191×164 µm)으로 기술하였고, 저자들이 측정 한 크기 130~370×110~220 µm(평

Table 3. Effect of fluorescent light on mycelial growth of *Sclerotium* sp. on PDA

Diameter of colony (mm) ^{a)}		
Fluorescent light ^{b)}	Fluorescent light/dark ^{c)}	Darkness
73.0 ab ^{d)}	68.7 b	75.0 a

^{a)}Measured after 5 days of incubation at 24°C.

^{b)}illuminated for 24hr fluorescent light.

^{c)}Alternating cycles of 12 hr fluorescent light and 12 hr darkness.

^{d)}In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 1% level by DMRT.

Table 4. Pathogenicity on freesia and gladiolus by PDA media block inoculation of *Sclerotium* sp.

Plant	Pathogenicity ^{a)}	
	Leaf	Stem
Freesia	+	+
Gladiolus	+	+

^{a)}Investigated after 7 days of incubation at 25°C.

+, Pathogenicity.

균 209.6×149.6 µm)와 균핵의 구조도 유사하였으며, 배양적 특징에서 이 병원균의 대표적인 흙냄새 나는 균총(musty odor) 및 균총색, 생장이 가능한 pH 등이 일치하

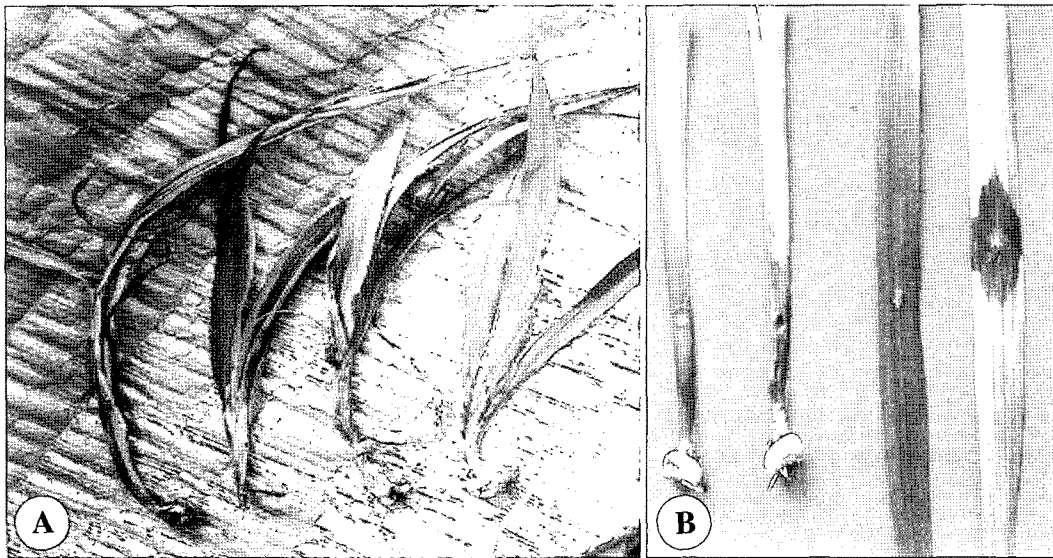


Fig. 5. Symptoms on freesia and gladiolus in inoculating *Sclerotium* sp.. A, Basal rot of leaves sheath of freesia in pots. B, Symptoms occurred on stem and leaves of gladiolus.

였지만, 자낭반의 형성여부 등을 추후 조사할 필요가 있어 본 저자들은 *Sclerotium* sp.라 동정하였다. 1958년에 Charles J. Gould는 이 병원균에 대하여 *Sclerotium gladioli* (Massey), *Sclerotinia gladioli* (Massey), *Stromatinia gladioli* (Drayton) Whetzel로 다양한 병원균명으로 부르고 있어 전체적으로 재검토의 필요성을 언급하였다.

병원성 검정. 프리지아 분리균의 균총을 프리지아와 글라디올러스의 잎과 지체부 줄기에 접종한 결과, 프리지아와 글라디올러스의 잎과 줄기에서 모두 갈변되는 병원성을 나타냈다(Fig. 5). *Sclerotium gladioli*는 프리지아, 글라디올러스, 그로커스 등 붓꽃과에 균핵병을 일으키며 (Jeves와 Coley-smith, 1976), 일본식물병해대사전(岸 國平, 1998)에 기술된 병징은 엽초, 화경 및 구경에 발생하며, 엽초의 지체부에 갈색으로 변하며 초기생육이 불량해지고 부패 진전되어 외측의 잎은 시들어서 말라죽고, 줄기와 구근은 부패되어 암갈색 병반이 생긴다. 이 병원균은 *Sclerotinia* sp.로 보고되어 있을 뿐이며, 이 균은 글라디올러스 등에 발생하는 균핵병균 *Stromatinia gladioli* (Drayton) Whetzel과 같은 종이라고 생각되어진다고 하였다. 이 균의 특징을 살펴보면 자낭균에 속하며 자낭포자와 소형분생자가 형성되고, 균핵은 흑색으로 구형이고 그 크기는 평균 0.19×0.16 mm, 이 균의 생육적온은 20~24°C, 발병은 12~18°C가 적온이며, 글라디올러스, 크로커스, 프리지아, 수선화 등에 균핵병을 일으킨다고 하였다. 그리고 일본식물병해목록에서는 1939년에 *Sclerotinia* sp.로 보고되어 있으나, 종명은 조사되지 않았고 이를 다

Table 5. Mycelial growth of *Sclerotium* sp. on PDA contained with several fungicides

Fungicide	Active ingredient (%)	Dilution (x)	Diameter of colony (mm) ^{a)}
Diethofencarbendazim WP	25+25	1,000	0
Procymidone WP	50	1,000	0
Vinclozolin WP	50	1,000	0
Vinclozolinthiophanate-methyl WP	30+40	1,000	0
Benomyl WP	50	1,500	0
Control	-	-	73.2

^{a)}Measured after 4 days of incubation at 25°C.

만 *Stromatinia gladioli*라 생각된다만 기재하였다(The Phytopathological Society of Japan, 2000).

약제의 영향. 분리균 SC96007에 대한 약제의 영향을 조사하기 위하여 균핵을 형성하는 쯤빛곰팡이병 방제에 널리 사용하는 디에토펜카브·가벤다수화제 등 5약제에 대한 균사생장 억제효과를 조사한 결과, 디에토펜카브·가벤다짐수화제, 프로시미돈수화제, 빈줄수화제, 빈줄·치오판네이트메칠수화제와 베노밀수화제는 이 균의 균사 생장을 완전히 억제하여 프리지아 균핵병 방제에 효과가 있을 것이라 생각되었다(Table 5). 1958년에 Charles J. Gould는 이 병원균에 대하여 방제방법으로 큐어링법, 저온 건조 저장법과 약제방법으로는 치람약제 침지처리 또는 토양처리와 메칠브롬마이드에 의한 토양훈증법을 제시하였다.

요 약

프리지아 균핵병이 *Sclerotium* sp.에 의한 인천의 프리지아 재배포장에서 최고 45%, 평균 17.0% 발생하였다. 전형적인 병징은 지제부의 잎이 썩음에 의한 잎마름증상이 나타났다. 이병식물체로부터 병원균을 분리하여 균학적 특성을 조사한 결과 *Sclerotium* sp.로 동정되었다. 이 균핵병균은 PDA배지와 식물체상에서 쉽게 균핵을 형성하였으나 무성포자를 관찰할 수 없었다. PDA 배지에서 기중균사는 배양기간이 늘어남에 따라서 흰색에서 흑색으로 변하였고, 곰팡이냄새가 났다. PDA 배지에서 25°C에서 5일 배양 후에 수많은 불규칙 타원형 흑색 소립균핵은 형성되었고, 그 크기는 115~200×95~150(평균 145~126.5) μm이었다. 이 병원균의 균사 생장온도범위는 10~32°C, 최적균사생장온도는 24°C이며, 균사생장에 대한 최적 pH는 5.5이었으나, pH4.0~8.5에서 균사가 성장하였다. 병원성 검정에서 프리지아와 글라디올러스에 대하여 병원성을 나타내었으며, 병징은 포장에서 발생한 병징과

유사하였다. *Sclerotium* sp.에 의한 프리지아 균핵병 발생을 국내에서 처음으로 보고한다.

참고문헌

- Charles J. Gould. 1958. The dry rot of gladiolus. *Plant Dis. Rept.* 42: 1011-1024.
- 홍성기. 2002. 한국산 *Botrytis*균과 유사속균의 형태 및 분자계통분류학적 연구. 충남대학교 박사학위논문. 117 pp.
- Jeves, T. M. and Coley-smith, J. R. 1976. The cause of dry rot disease of gladiolus. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 67: 419-425.
- 한국식물병리학회. 2004. 한국식물병명목록(제4판). 서울. 318 p.
- 岸 國平. 1998. 日本植物病害大事典. 全國農村教育協會. 1276 p.
- Massey, L. M. 1918. Dry rot of gladiolus. *Phytopathology* 8: 71-72.
- Massey, L. M. 1929. Dry rot of gladiolus corm. *Phytopathology* 18: 519-529.
- 농림부. 2003. 2002년 화훼재배현황. 152 pp.
- 일본식물병리학회. 2000. 일본식물병명목록. p. 321-322.