

## *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*에 의한 딸기 역병의 발생

송주희 · 노성환 · 하주희 · 정연화 · 문병주\*  
동아대학교 생명자원과학대학 농생물학과

### Occurrence of *Phytophthora* Rot of Strawberry Caused by *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*

Ju Hee Song, Seong-Hwan Roh, Yeon Hwa Jeong, Ju Hee Ha and Byung Ju Moon\*  
Department of Agricultural Biology, College of Natural Resources and Life  
Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

**ABSTRACT:** A severe *Phytophthora* rot of strawberry caused by a species of *Phytophthora* has been widely occurred at major cultivation areas of Kimhae on August in 1997. Incidence of the disease was obtained in the range of 69.2~83.6% in surveyed 4 fields and showed an average of 75.2%. A species of *Phytophthora* was mostly isolated from the crown of infected strawberry plants and all the isolates were identified as *P. nicotianae* var. *nicotianae* (= *P. parasitica*). The fungus showed strong pathogenicity on strawberry by inoculation test. As a result of the leaf inoculation using mycelial disks of the fungus, both leaves and petioles were darkly browned, and were finally blighted. As a result of the root inoculation of zoospore suspension, both roots and crowns were rotten with dark brown. Although the fungus produced sporangia either on V-8 juice agar medium or liquid medium, the sporangia observed on the liquid medium appeared to be broadly turbinate and noncaducous. Moreover the fungus cultured on the liquid medium often produced sporangia having two papilla. The number of zoospores in sporangia was found to be ranged from 3 or 4 to as many as 20 or 25. In addition, the released zoospore from the sporangium became the cystospore during the prolonged culture of the fungus. The sporangia were measured as av.  $49 \times 35 \mu\text{m}$  with l/b ratio of 1.43. All isolates from crowns were heterothallic and A<sub>1</sub> mating type since oospores were abundantly formed on clarified V-8 juice agar by dual culture with *P. capsici* A<sub>2</sub> mating type. Aplerotic oospores were sized 24-26  $\mu\text{m}$ . Antheridia were always amphigynous and recorded an average of  $12 \times 10 \mu\text{m}$ . Hyphal swelling were easily observed, and terminal or intercalary chlamydospores were abundantly formed on V-8 juice agar as well as in C/Z solution and sized av. 28.2  $\mu\text{m}$ . This is the first report of *Phytophthora* rot of strawberry in Korea.

**Key words:** heterothallic A<sub>1</sub> mating type, oospore, *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*, *Phytophthora* rot of strawberry, zoospore.

딸기의 뿌리, 관부, 잎 및 열매 썩음병을 일으키는 *Phytophthora* 속균으로서 *P. parasitica* 또는 *P. nicotianae* var. *parasitica*가 미국, 호주, 아르헨티나 및 일본 등지에서 보고 되었으며, 일본에서는 *Phytophthora* rot라하여 딸기 역병으로 명명한다(9, 18, 20, 27).

본 병은 처음에 뿌리의 윗부분과 관부에 발생하여 차츰 관부와 뿌리 윗부분이 갈변하고 결국 뿌리 및 관부 전체가 썩게되며 또한 잎자루를 거쳐 잎까지 진행되어 결국 잎마름 증상을 띄면서 묘가 고사하였다. 병든 뿌리의 윗부분과 관부를 잘라 보면 꺾질쪽에서 중심부를 향해

갈변되어 있고 공동이 형성되었다. 잎에서의 초기 병징은 흑갈색의 방추형 내지 타원형의 병반이 형성되었으며 특히 고온시에는 병의 진전이 빠르고 암갈색의 부정형 병반이 형성되어 잎마름 증상을 띄면서 고사하였다.

이와 같은 딸기 역병은 앞서 언급한바와 같이 전세계적으로 딸기 재배지역에서 발생 보고되고 있으나 우리나라에서는 *Phytophthora* sp.에 의한 역병으로 한국 식물병명 목록에만 기록되어 있을뿐 상세한 보고는 알려져 있지 않다(36). 그러나 본 병이 1970년대부터 심하게 발생하고 있는 일본으로부터 최근 여흥 품종 등의 딸기묘의 도입 등으로 인해 본병은 국내에서도 발병 가능성이 클 것으로 추정되어 본 연구에 앞서 국내 딸기 재배지에서

\*Corresponding author

의 본병의 발생 상황을 달관 조사한 결과 본병과 유사한 병징이 전국적으로 관찰되어 그 피해가 심각한 것으로 판단되었다.

따라서 본 연구에서는 우리나라의 딸기 주산지인 경남 김해시 한림면 지역에서 딸기 역병 발병 상황을 조사하고 이 지역의 병든 딸기 조직으로부터 병원균을 분리하여 병원성 검정 및 동정한 결과 *Phytophthora*속 균에 의한 딸기 역병으로 밝혀졌으므로 이를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

**발병상황 조사.** 1997년 8월 우리나라의 딸기 주산지인 경남 김해시 한림면 일대의 4개 지역에서 구당 1.5 m<sup>2</sup>씩 각각 5구를 선정하고 구당 100주를 조사하여 발병 주를 표시하였다.

**병원균의 분리.** 병원균을 분리하기 위하여 경남 김해시 한림면 등 김해 지역 및 부산 근교의 여러 딸기 포장에서 역병 증상을 띄고있는 여홍 품종의 딸기묘를 채집한 후, 잎과 관부 및 뿌리를 각각 절취하여 5.25% sodium hypochloride solution에 수초간 침지한 후 살균수로 수세하고, 살균된 여과지에 놓아 물기를 제거하였다. 이것을 각각 potato dextrose agar(PDA)와 *Phytophthora* 선택배지인 PAR(cornmeal agar 17 g, pimaricin 10 mg, rifampicin 10 mg, ampicillin 25 g, distilled water 1 l) 및 *Pythium*속 균 억제배지인 BNPR(PDA 39 g, benomyl 0.01 g, nystatin 0.025 g, PCNB 0.025 g, rifampicin 0.01 g, ampicillin 0.5 g, hymexazol 0.05 g, distilled water 1 l) 배지에 치상하였다(6, 19, 26). 이것을 27~28°C의 항온기에 배양하였으며, 3회 이상 계대배양을 통해 순수분리 하였다.

**병원성 검정.** 실제 농가에서 가장 많이 재배하고 있는 딸기 품종 여홍에 대하여 아래와 같이 군사절편 및 유주자 부유액을 사용하여 분리 병원균의 병원성 정도를 검정하였다.

군사절편 접종은 Matsuzaki 등(20)의 방법에 준하여 병원성을 검정하였다. 즉, 각 균주를 PDA 평판배지에 이식하여 28~30°C에서 4~5일간 배양한 후 직경 1 cm의 cork borer로 절취한 군사절편을 딸기 잎의 끝부분에 유상과 무상으로 접종하였다. 유상 처리는 carborandum #150으로 앞뒷면을 살짝 문질러서 처리하였다.

그리고 유주자 부유액 접종은 Suzui 등(27)과 Chen 등(5)의 방법에 준하여 병원성 검정을 수행하였다. 각 균주를 V-8 juice agar 배지(6)에 이식하여 28~30°C에서 4~5일간 배양한 후 cork borer로 절취한 군사절편 5개 이상을 무기화합물이 첨가된 C/Z solution, pH 6.5(5)에 정치하여 29~30°C로 24시간 배양한 후 정치한 균의 일부를 절취하여 광학 현미경상에서 유주자낭의 형성유무

를 관찰하고 이 부유액을 다시 24~25°C에서 1~2시간 배양하여 유주자의 형성과 유주자낭에서의 방출여부를 관찰하였다. 이렇게 형성된 유주자 부유액에 수세한 딸기묘의 뿌리를 2시간 동안 침지시킨 후 멸균 토양이 담긴 pot에 이를 심고, 남은 유주자 부유액을 재식한 딸기묘 뿌리 주위에 접종한후 흙을 덮었다(7, 11, 23, 26). 각 처리당 7주씩 사용하여 2회 이상 실시하였으며, 접종된 식물은 25~30°C, 상대습도 80~100%의 식물 생육상 내에서 각 12시간씩 광암처리하여 생육시켰으며 접종 5일 후부터 이병주를 조사하였다.

**병원균의 동정.** 병원성 검정 결과 강한 병원성을 나타낸 SPC10 균주를 공시하였다. 광학 현미경상에서 균사의 격막 유무, 유주자와 후막포자의 형성 여부를 관찰하고, PDA 배지상에서의 균총의 형태, 색깔 및 생장률 등을 관찰하여 Ainsworth 등(1)의 검색표를 참고로 *Phytophthora*속을 확인하고, 유주자낭, 유주자 및 후막포자 등의 무성생식 기관과 난포자 등의 유성생식 기관을 형성시켜 그 특징을 관찰하여 Erwin 등(8, 9)을 비롯한 여러 문헌(10, 13, 14, 26, 28, 29)을 참고로 하였으며 주로 Waterhouse 등(31, 32, 34, 35)의 기준에 따라 종(species) 및 변종(variety)을 동정하였다.

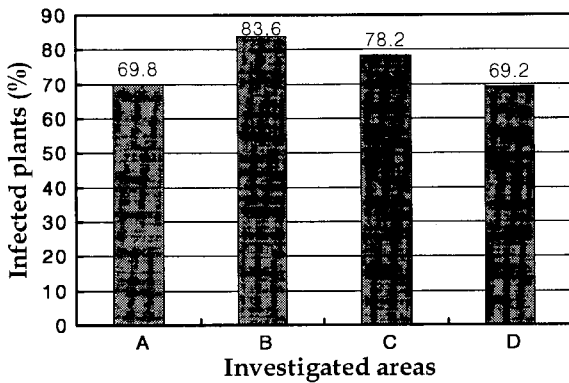
무성생식 기관의 형태 및 특징을 관찰하기 위하여 SPC10 균주를 V-8 juice agar 배지에 이식하여(6) 28~30°C에서 4~5일간 배양한 후 cork borer로 절취한 군사절편 5개 이상을 무기화합물이 첨가된 C/Z solution, pH 6.5(5)에 정치하여 24시간 후에 유주자낭, 유주자 및 후막포자의 형태 및 특징을 관찰하였다(2, 30).

유성생식 기관의 형태 및 특징은 농업과학기술원으로부터 제공 받은 *P. capsici* A<sub>1</sub> 및 A<sub>2</sub> 균주(24)와 SPC10 균주를 V-8 juice agar 배지와 난포자 형성용 선택배지(V-8 juice agar 1 l,  $\beta$ -sitosterol 30 mg, tryptophan 20 mg, thiamine HCl 1 mg, CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O 100 mg)(6, 16, 26)에 각각 대치배양하여 25~30°C에서 10일간 배양한 후 장난기, 장정기 및 난포자의 형태와 특징을 관찰하여, 분리균의 sexuality를 결정하였다(15, 22).

## 결 과

**발병상황 조사.** 경남 김해시 한림면 일대의 4개 지역을 선정하여 1997년 8월에 딸기 역병의 발병 상황을 조사한 결과 각 지역당 5구씩, 구당 약 100주를 조사한 발병률이 69.2~83.6%로서 평균 75.2%의 높은 발병률을 나타내었다. 이는 정식전 가식상의 어린묘에 발생된 것으로서, 일반적으로 가식상의 어린묘 뿐만 아니라 정식 후의 본포에도 발병하였으며, 비가 온후 그 발병이 더 심하였다(Fig. 1, 2).

**병원균의 분리 및 병원성 검정.** 채집한 병든 딸기의



**Fig. 1.** Disease incidence of *Phytophthora* rot at Kim-hae, Kyungnam on August in 1997. Five hundred plants in each area were investigated.

앞으로부터 3균주(SPL 1~3), 관부로부터 15균주(SPC 4~18), 뿌리로부터 4균주(SPR 19~22) 등 모두 22균주가 분리되어 그중 균총의 형태적 특징상 *Phytophthora*속 균으로 보이는 8균주(SPL 1~3, SPC 7, 9, 10, 11, SPR 21)를 선발하였다.

균사 절편을 이용하여 잎에 접종하거나, 유주자 부유액을 이용하여 뿌리에 접종하여 딸기 품종 여흥에 대한 병원성을 검정한 결과 선발된 8균주 모두 비슷한 정도의 병원성을 보였으며 그 중 관부로부터 분리된 SPC10 균주의 병원성 검정 결과는 Table 1과 같다. 양 접종 방법 모두 접종 15일 후에는 100%의 발병률을 보였다. 유주자 접종의 경우는 접종 10일 후부터 발병되기 시작하며, 15일 후에는 100%의 발병률을 나타내었다. 처음에는 전체적으로 시들음 증상을 나타내다가 관부와 잎자루가 갈변되어 잎까지 진전되었으며 잎에서는 증례를 따라 갈변되기 시작하여 잎은 결국 시들고 황갈색 내지 암갈색으로 변하여 고사 하였다(Fig. 3A).

균사 절편 접종의 경우 접종 3일 후부터 발병되기 시작하여 10일 후에는 100%의 발병률을 나타내었다. 처음



**Fig. 2.** Occurrence of *Phytophthora* rot of strawberry in the nursery bed at Kim-hae, Kyungnam on August in 1997.

**Table 1.** Pathogenicity of *Phytophthora* isolate SPC10 to strawberry when inoculated with the mycelial disks and zoospore suspension on leaves and roots

Inoculum	Disease incidence (%)			5 <sup>a</sup>
	10	15	Control	
Mycelial disk <sup>b</sup>	85.7 <sup>d</sup>	100	100	0
Zoospore suspension <sup>c</sup>	0	71.4	100	0

<sup>a</sup>Days after inoculation.

<sup>b</sup>Inoculation on leaves with mycelial disk (10 mm in diameter).

<sup>c</sup>Inoculation on roots with zoospore suspension.

<sup>d</sup>Each value is the average of two replications of seven plants.

에는 접종 부위를 중심으로 짙은 갈색 내지 암녹색의 병반이 원형 혹은 타원형의 형태로 나타나, 병이 진전될수록 암갈색으로 변하여 엽병까지 진전되며, 잎은 마름 증상을 나타내었다(Fig. 3B). 이상의 증상은 자연 감염된 병징과 동일하였다. 또한 발병한 딸기의 관부를 가로와 세로로 잘라 보았을 때 바깥쪽부터 썩어 들어가는 현상을 관찰할 수 있었으며 발병이 심한 것은 도관 부위까지 갈변 되었다. 역시 포장에서 채취해온 역병 증상의 딸기 관부를 잘라 보았을때와 증상이 일치 하였다(Fig. 3C).

**등징.** SPC10 균주를 PDA 배지상에서 배양한 결과 거칠고 불규칙한 균사 생장(rosette colony pattern)을 보인 반면 CMA 배지상에서는 방사상 모양(sellate colony pattern)으로 성장하는 특징을 보였다.

균사는 격막이 없으며, V-8 juice agar 배지상에서 무성생식 기관인 유주자낭을 형성하지만 액체배지에서 더 많은 양을 형성하였으며, 유주자낭병은 균사와 잘 구별되지 않았다. 유주자낭은 일반적으로 하나의 돌기(apapillate)를 형성하지만 두 개의 돌기(bipapillate)를 갖는 것도 가끔 관찰되었으며 비탈락성이었다. 형태는 기부가 거의 구형이고 정단으로 갈수록 좁아지는 원추형(turbinate)이었다. 크기는 평균 49×35 μm이었고 장폭비는 1.43이었다(Fig. 3G). 유주자낭에서 형성되는 유주자(Fig. 3H)는 적게는 3~4개에서 많게는 20~25개 정도까지 형성되었으며, 방출된 유주자는 평균 9.8 μm이었고, 시간이 경과하면 피낭포자로 되는데 온도 조건이 부적당할 경우 유주자낭내에서 방출되지 못하고 바로 피낭포자로 되는 것도 관찰 되었다.

또한 유성생식을 통해 난포자를 형성하는데 구형의 장난기에 장정기가 장난기병을 감싸는 저착성(amphigynous) 형태로 부착되어 평균 24~26 μm 크기의 비충만성 난포자를 형성하였는데(Fig. 3I) 이상과 같은 유성세대는 공시균 SPC10 균주와 *Phytophthora capsici* A<sub>2</sub> 균을 25°C에서 대치배양한지 10일 후 썩에 관찰되었다. 따라서 공시균 SPC10 균주는 자웅이주체로 유성생식형은 A<sub>1</sub>으로 확인 되었다.

후막포자는 V-8 juice agar 배지상에서 뿐만 아니라

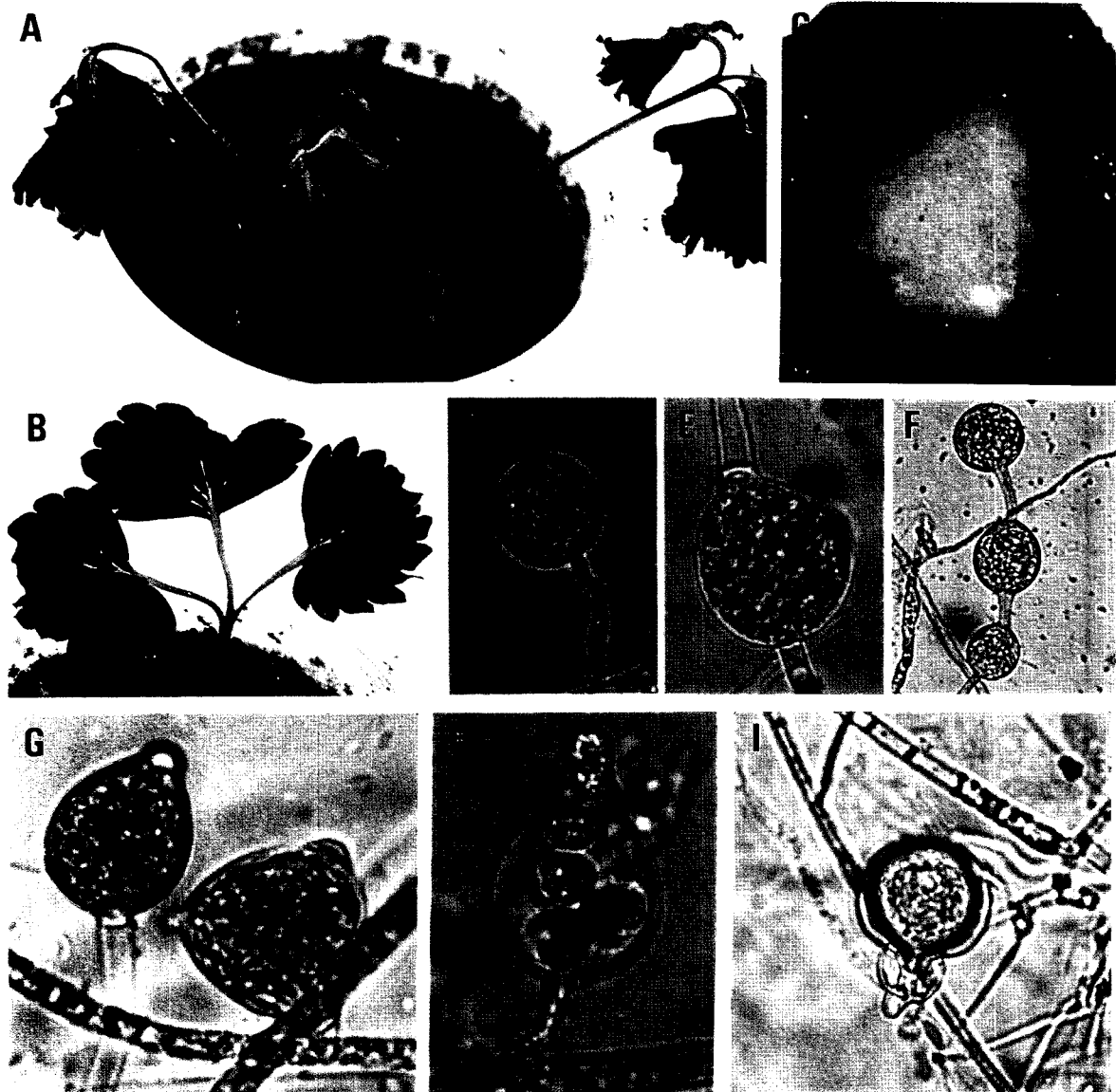


Fig. 3. Symptoms of *Phytophthora* rot of strawberry caused by *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* and features of the fungus. A: Brownish and wilted symptom by inoculation of the zoospore suspension on roots, B: Brownish leaves by inoculation of the mycelial disks on leaves, C: Cross section of infected crown, D,E: Chlamydospore of terminal ( $\times 400$ ) and intercalary formation ( $\times 200$ ), F: Hyphal swellings ( $\times 400$ ), G: Apapillate and bipapillate zoosporangia ( $\times 400$ ), H: Release of zoospore from zoosporangium ( $\times 400$ ), I: Oogonium with amphigynous antheridium and oospore ( $\times 400$ ).

C/Z solution 내에서도 풍부하게 형성되었으며 구형으로 군사의 말단 또는 군사 사이에 형성되었다. 그 크기는 평균  $28.2 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 3D, E). 또한 군사의 팽윤 현상도 종종 관찰되었다(Fig. 3F).

이상과 같은 SPC10 균주의 형태적 특징(Table 2)을 Ainsworth 등(1), Erwin 등(8,9), Waterhouse 등(31, 32, 34, 35)을 비롯한 여러보고(10, 13, 14, 26, 28, 29)들과 비교한 결과 본 병원균은 *P. nicotianae* var. *nicotianae*로 동정되었다.

## 고 찰

본 연구에서 분리된 총 22균주의 *Phytophthora*속균을 발병 부위별로 분리된 역병균의 수를 비교해 볼 때 잎이나 뿌리보다 관부(crown)에서 더 많은 균주가 분리되어 본 균이 주로 딸기의 관부에 감염하는 것으로 생각되었으며, 이는 Suzui 등(18)과 Matsuzaki 등(20)에 의한 보고와도 일치 되었다. 그러나 본 병은 관부외에도 뿌리, 잎, 잎자루 및 열매에 썩음병을 일으키므로써 딸기의 생

**Table 2.** Morphological comparison of *Phytophthora* isolate SPC10 isolated from strawberry plant with descriptions on *Phytophthora* spp.

Characters	<i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i> <sup>a</sup>	<i>P. nicotianae</i> var. <i>nicotianae</i> <sup>b</sup>	SPC 10
Zoosporangium			
Size	av. 38×30 μm	av. 45×36 μm	av. 49×35 μm
Caducity	Caducous	Noncaducous	Noncaducous
Papilla	Prominence	Prominence (often two present)	Prominence (often two present)
Oogonium			
Size	av. 24~26 μm	av. 28~30 μm	av. 28~29 μm
Antheridium			
Size	10×12 μm	10-16×10 μm	12×10 μm
Zygosis	Amphigynous	Amphigynous	Amphigynous
Oospore			
Size	18~20 μm	24~26 μm	24~26 μm
Hyphal swelling	absent	present	present
Chlamydospore			
Size	up to 60 μm	20~40 μm	av. 28.2 μm

<sup>a</sup>C. M. I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 35.

<sup>b</sup>C. M. I. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria No. 34.

육 어느 시기에든 감염이 가능함을 확인하였다.

병원성 검정에 있어서 군사절편 및 유주자 부유액 접종에 의한 병징은 이전의 보고(18, 20, 27)와 비교해 볼 때 병징 발현 속도에 있어서 다소 차이가 있으나 딸기묘에 나타난 병징은 거의 일치하였다.

딸기묘의 관부 썩음(crown rot) 혹은 뿌리 썩음(root rot) 증상을 일으키는 *Phytophthora*속군에는 *P. fragariae*, *P. cactorum* 및 *P. parasitica*가 알려져 있다(12, 18, 27). 이들 중 특히 *P. parasitica*는 기주 범위가 대단히 넓어 그 기주가 270종 이상에 달하며 이들 각각 으로부터 분리 보고된 각 균주들간의 구별이 대단히 어려운 것으로 알려져 있다(9). 이와같은 *P. parasitica*는 1896년 Breda de Haan(4)에 의해 담배로부터 최초로 분리되어 *P. nicotianae*로 표기되어 왔으나 본군의 장정기(antheridia)가 측착성(paragynous)으로 묘사되어 있는 오류가 1928년 Ashby(3)에 의해 지적 되었으며 그 후 많은 기주들에 대한 병원성이 인정되어 1963년까지는 여러 다른 연구자들의 동의와 함께 *P. nicotianae*를 *P. parasitica*로 표기하게 되었다(17, 21, 25, 29). 한편 1963년에 Waterhouse(31)는 본 군이 담배로부터 Breda de Haan에 의해 최초로 분리 보고된 것을 존중하여 본군의 종명을 *P. nicotianae*로 다시 표기 할것을 주장하면서 난포자, 유주자낭병의 분지 형태, 유주자낭의 탈락성 유무 그리고 균사의 팽윤(swelling) 등의 형태적 차이점에 기초하여 *P. nicotianae* var. *parasitica*와 *P. nicotianae* var. *nicotianae*로 구분한 형태적 기준(31, 32, 34, 35)을 보고하여 이것이 국제 식물명명규약(International Code of Botanical Nomenclature, ICBN)에 의해 인정되어 현재 이군의 종명은 *P. nicotianae*로 표기하게 되었다. 그러나 이 병원균의 정확한 균명 표기에 대해서는 여전히 전

세계적으로 통일되지 못한채 논란이 계속되고 있는바 향후 *Phytophthora* 관련 국제회의 등을 통해 통일된 표기법이 제정되어야 할것으로 생각되나 그때까지는 ICBN의 규칙에 따르는 것이 타당한 것으로 사료된다. 이에 따르면 *P. nicotianae* var. *parasitica*는 난포자의 평균 직경이 20 μm보다 작고 유주자낭의 평균 크기가 38×30 μm의 난형(ovoid) 혹은 역서양배형(obpyriform)이며 탈락성의 유주자낭이 형성되고 균사의 swelling이 없다. 반면에 *P. nicotianae* var. *nicotianae*는 난포자의 평균 직경이 20 μm보다 크고 유주자낭의 평균 크기가 45×36 μm의 원추형(turbinate)이며 유주자낭병은 sympodium 형태로 분지하지 않으며 이 말단에 형성된 유주자낭은 비탈락성이고 균사의 swelling이 있다.

이러한 기준에 따라 본 연구에서 분리된 SPC10 균주는 종래에 딸기 역병균으로 보고되어 있는 *P. fragariae* 및 *P. cactorum*(31, 33)과는 병징 및 형태적 특성 등이 다른 것으로 확인되었으며, Mastuzaki 등(20)이 보고한 딸기 역병균 *P. nicotianae* var. *parasitica*(Dastur) Waterhouse와는 병징은 거의 일치 하였으나 그 형태적 특징에 다소 차이를 나타내었다. 따라서 본 연구에서 분리된 SPC10 균주는 *P. nicotianae* var. *nicotianae* (*P. parasitica*)로 동정되었으며 국내에서 처음으로 딸기 역병의 병원균으로 보고한다.

## 요 약

1997년 경남 김해시 한림면 일대의 딸기 포장에 딸기 역병이 발생하여 그 발병률이 75.2%에 달해 그 피해가 극심한 실정이었다. 그 중 병든 딸기 품종 여흥의 관부에서 분리한 *Phytophthora*속 SPC10 균주를 선별하여 병원

성을 검정한 결과 강한 병원성이 확인 되었으며, 균사 절편을 이용한 잎 접종에서는 잎과 잎자루까지 암갈색으로 갈변되어 고사 하였으며, 유주자 부유액을 이용한 뿌리 접종에서는 뿌리가 썩어 시들음 증상을 나타내며 특히 관부, 잎자루 및 잎이 황갈색 내지 암갈색으로 변하여 결국 주 전체가 고사 하였다. 이 균은 V-8 juice agar 배지에서 유주자낭이 형성되었으나 액체배지에서 유두돌기가 뚜렷한 원추형의 비탈락성 유주자낭을 형성하였으며, 때때로 2개의 유두 돌기를 가진 유주자낭도 형성되었다. 그 크기는 평균  $49 \times 35 \mu\text{m}$ , 장폭비가 1.43이었다. 그리고 유주자낭에서 형성되는 유주자는 적게는 3~4개에서 많게는 20~25개 정도까지 형성되었으며, 방출된 유주자는 시간이 경과하면 피낭포자로 되었다. 이 균은 단독 배양으로 난포자가 형성되지 않았으며 *P. capsici* A<sub>2</sub> type 균과의 대치 배양을 통해 V-8 juice agar 배지상에서 다량의 난포자를 형성하여 자웅이주의 A<sub>1</sub> type으로 확인 되었다. 구형의 장난기의 장난기병을 밑에서 감싸는 저착성 장정기를 형성하였으며 그 결과 형성된 비충만성의 난포자의 크기는 평균 직경이  $24 \sim 26 \mu\text{m}$ 이었다. 장정기의 크기는 평균  $12 \times 10 \mu\text{m}$ 이었다. 균사의 팽윤형상이 쉽게 관찰 되었고 후막포자는 V-8 juice agar 배지에서 뿐만 아니라 C/Z solution 내에서는 풍부하게 형성되었으며 구형으로 균사의 말단 및 균사 사이에 형성되었으며 그 크기는 평균  $28.2 \mu\text{m}$ 이었다. 따라서 본 병원균은 *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*로 동정되었으며 딸기 역병으로 명명하였다.

### 감사의 말씀

이 논문은 1997년도 동아대학교 학술연구조성비 (공모과제)에 의하여 연구되었으며, 또한 *Phytophthora capsici* 균주를 분양하여 주신 농업과학기술원 해외병해충과 류경렬 박사님께 감사 드립니다.

### 참고문헌

- Ainsworth, G. C., Sparrow, F. K., and Sussman, A. S. 1973. *The Fungi-An Advanced Treatise*. Academic Press.
- Al-Hedaithy, S. S. A., and Taso, P. H. 1979. Sporangium pedicel length in *Phytophthora* species and the consideration of its uniformity in determining sporangium caducity. *Trans. Br. mycol. Soc.* 72(1): 1-13.
- Ashby, S. F. 1928. The oospores of *Phytophthora nicotianae* Br. de Haan, with notes on the taxonomy of *P. parasitica* Dastur. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 13: 86-95 (Cited in Tucker 1933).
- Breda de Haan, J. Van. 1896. De bibitziekte in de Delitabak veroorzaakt door *Phytophthora nicotianae* (The root disease in Delitabacco caused by *Phytophthora nicotianae*). Meded. S. Lands Plantentuin 15. 107pp. (In Dutch) (Cited in Tucker 1933).
- Chen, D. W., and Zentmyer, G. A. 1970. Production of sporangia by *Phytophthora cinnamom* in axenic culture. *Mycology* 62: 397-402.
- Dhingra, O. D., and Sinclair, J. B. 1995. *Basic Plant Pathology Methods*, 2nd ed. CRC Press, Inc.
- Draper, D. D., Scott, D. H., and Maas, J. L. 1970. Inoculation of strawberry with *Phytophthora fragariae*. *Plant Disease Reporter* 54: 739-740.
- Erwin, D. C., Bartnicki-Garcia, C., and Tsao, P. H. 1983. *Phytophthora Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology*, 2nd ed. APS Press.
- Erwin, D. C., and Ribeiro, O. K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press.
- Hall, G. 1993. An integrated approach to the analysis of variation in *Phytophthora nicotianae* and a redescription of the species. *Mycol. Res.* 97: 559-574.
- Hickman, C. J., and Goode, P. M. 1953. A new method of testing the Pathogenicity of *Phytophthora fragariae*. *Nature* 172: 211-212.
- Hitoshi Morita. 1975. Studies on red stele root disease of Strawberry. *Shizuoka Agricultural Experiment station Special Bulletin* No. 11.
- Ho, H. H. 1979. The nature of amphigyny in *Phytophthora*. *Mycologia* 71: 1057-1067.
- Ho, H. H. 1992. Key to the species of *Phytophthora* in Taiwan. *Plant Pathol. Bull (Taiwan)* 1: 104-109.
- Honour, R. C., and Tsao, P. H. 1974. Production of oospores by *Phytophthora parasitica* in liquid medium. *Mycologia* 66: 1030-1038.
- Leal, J. A., Gallegly, M. E., and Lilly, V. G. 1967. The relation of the carbon-nitrogen ratio in the basal medium to sexual reproduction in species of *Phytophthora*. *Mycologia* 59: 953-964.
- Leonian, L. H. 1934. Identification of *Phytophthora* species. *W. Va. Univ. Agric. Exp. Stn. Bull.* 262. 36pp.
- Maas, J. L. 1984. *Compendium of Strawberry diseases*. APS PRESS.
- Masago, H., Yoshikawa, M., Fukada, M. and Nakanishi, N. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. *Phytopathology* 67: 425-428.
- Matsuzaki, M., Kan, M., and Kiso, A. 1980. *Phytophthora* rot of strawberry in Kyushu, Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 179-184.
- Meurs, A. 1934. Parasitic stemburn of Deli tobacco. *Phytopathol. Z.* 7: 169-185.
- Mukerjee, N., and Roy, A. B. 1962. Microbial influence on the formation of oospores in culture by *phytophthora parasitica* var. *sabdariffae*. *Phytopathology* 52: 583-584.
- Rattink, H. 1981. Characteristics and pathogenicity of six *Phytophthora* isolates from pot plants. *Neth. J. Plant Pathol.* 87: 83-90.
- Ribeiro, O. K., Erwin, D. C., and Zentmyer, G. A. 1975. An improved synthetic medium for oospore production and germination of several *Phytophthora* species. *Mycologia*

- 67:1012-1019.
25. Rosenbaum, J. 1917. Studies of the genus *Phytophthora*. *J. Agric. Res.* 8: 233-276.
  26. Singleton, L. L., Mihail, J. D., and Rush, C. M. Methods for Research on Soilborne Phytopathogenic fungi. APS Press.
  27. Suzui, T., Makino, T., and Ogoshi, A. 1980. Phytophthora Rot of Strawberry Caused by *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* in Shizuoka. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 46: 169-178.
  28. Trichilo, P. J., and Aragaki, M. 1982. Sporangial caducity and pedicel length of *Phytophthora nicotianae* variety *parastica*. *Mycologia* 74:927-931.
  29. Tucker, C. M. 1931. Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. *Univ. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 153. 207pp.
  30. von Broembsen, S. L., and Deacon, J. W. 1997. Calcium interference with zoospore biology and infectivity of *Phytophthora parasitica* in nutrient irrigation solutions. *Phytopathology* 87:522-528.
  31. Waterhouse, G. M. 1963. Key to species of *Phytophthora* de Bary. *Mycol. Pap.* 92:22pp.
  32. Waterhouse, G. M. 1970a. Taxonomy in *Phytophthora*. *Phytopathology* 60:1141-1143.
  33. Waterhouse, G. M. 1970b. The genus *Phytophthora* de Bary. *Mycol. Pap.* 122:1-59. Commonw. Mycol. Inst. Kew, Surrey, England. 104pp.
  34. Waterhouse, G. M., and Waterston, J. M. 1964a. *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. Commonw. Mycol. Inst. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* No. 34:2pp.
  35. Waterhouse, G. M., and Waterston, J. M. 1964b. *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*. Commonw. Mycol. Inst. *Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* No. 35:2pp.
  36. 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록, 3rd ed. 114 p.

(Received July 25, 1998)