

Alternaria alternata에 의한 단감 검은점무늬병 발생

권진혁* · 안광환 · 박창석¹

경상남도농업기술원, ¹경상대학교 농업생명과학대학

Black Spot of Sweet Persimmon (*Diospyros kaki*) Caused by *Alternaria alternata*

Jin-Hyeuk Kwon*, Gwang-Hwan Ahn and Chang-Seuk Park¹

Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-360, Korea

¹College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received on May 25, 2004)

Black spot disease on sweet persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) was found from the farmer's refrigerated ware house located in Dong-eup, Changwon city, Gyeongnam province, Korea, 2002. The typical symptoms of the disease was appeared black spot on surface of fruits. Colonies of causal fungus were developed velvety and later turned olivaceous black to sooty black in color on PDA. Conidia were pale brown to golden brown in color and ovoid, obclavate to obpyriform, rarely ellipsoid in shape. and were 12~46 × 6~12 μm in size. Septa were 3~5 transvers, 1~2 longitudinal or oblique. Conidia were mostly beakless and generated chains by means of secondary conidiophores. Conidiophores were pale to mid brown in color and 42~95 × 3~5 μm in size. The optimum temperature for growth of the fungus was about 25~30°C. This is the first report on the black spot of sweet persimmon caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler in Korea.

Keywords : *Alternaria alternata*, Black spot, Sweet persimmon

2002년 2월 상순 경남 창원시 동읍 단감 재배농가의 저온 저장고에 저장중인 과실을 시장출하 하기 위하여 선별작업중인 과실에서 검은점무늬 증상이 심하게 나타나는 것을 발견하였다. 이러한 병든 과실을 수거하여 병징과 병원균 분리 및 균학적 특성을 조사한 결과, 병원균이 *Alternaria alternata*에 의한 것으로 동정되었다. *Alternaria* sp.균은 단감 생육 중 잎과 성숙한 과실의 상처를 통해서 발생을 하며, 저장중 과실에 발생하여 단감의 상품성을 떨어지게 하는 원인을 제공한다.

Farr(1995) 등은 감 저장중에 발생하는 병으로 *Penicillium expansum*, *Penicillium* spp.에 의한 푸른곰팡이병 2종을 기술하였고, 일본의 경우 과실 정부나 꼭지부분에 연화증상을 일으키는 병반에서 *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pestalotiopsis* 등 6속을 분리하여 그 중 *Pestalotiopsis longiseta*와 *Pestalotiopsis foedans* 2종을

보고하였다(田口 등, 2001). 우리나라에서 단감 저장중 과실에 발생하는 병해는 *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* spp., *Pestalotia* sp., *Phomopsis* sp. 등 8종이 조사되었으며(권 등, 2002), 최근에 *Penicillium crustosum*에 의한 감 푸른곰팡이병(권과 박, 2003)과 그을음병(Kwon과 Park, 2003)이 보고되었다. 그러나 저장중 과실에 발생하는 *Alternaria alternata*에 의한 단감 검은점무늬병에 관해서 아직 보고된 바 없으며(한국식물병리학회, 1998), 지금까지 병원균에 대한 생리·생태에 관하여 전혀 연구가 되어있지 않다.

본 연구에서는 단감(품종: 부유)의 생육 및 저장, 유통중 발생한 *A. alternata*에 의해 발생한 병징, 발생환경, 균학적 특징 및 병원성 검정한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

병원균 분리. 저온 저장고에 저장중인 이병과실을 수

*Corresponding author
Phone)+82-55-750-6319, Fax)+82-55-750-6229
E-mail)Kwon825@mail.knrda.go.kr

집하여 비닐봉지를 제거한 후 이병부와 건전부 사이의 조직을 3×3 mm 크기로 잘랐다. 1% 차아염소산나트륨 (NaOCl) 용액에 1분간 표면살균한 다음 멸균수로 3회 세척을 하여 filter paper로 물기를 완전히 제거한 다음 감자한천배지(PDA) 위에 옮기어 배양하였다. 25°C 항온기 암상태에서 3일간 배양 후 자라나온 균사의 끝부분을 떼내어 다시 PDA에 7일간 배양하여 시험균주로 사용하였다.

발병환경. 저온 저장중 과실에 발생한 이병과을을 조사하기 위하여 진주, 창원, 김해지역의 저온 저장고 3곳을 조사하였다. 조사시기는 2~3월경 저장 감을 시장 출하하기 위해 선별장에서 선별작업을 할 때 비닐봉지에 5개씩 포장된 것과 낱개 포장된 단감 그리고 시장에서 유통중인 과실에서 이병과을을 조사하였다. 조사 과실수는 각각 300씩 3반복으로 3회 조사하였다.

병원균 특성. 병원균을 동정하기 위해 PDA를 이용하여 25°C 항온기에서 7일간 배양한 균을 가지고 광학현미경 하에서 병원균의 균사, 분생포자, 분생포자경 등 형태적 특징을 관찰하였다. 온도에 따른 균사생장량을 알아보기 위해 PDA에 접종하고 25°C 항온기에 3일간 배양한 후 균사의 선단을 백금구로 떼내어 미리 준비한 PDA 중앙에 옮겼다. 온도를 5°C에서 40°C까지 5°C 간격으로 각각 조절된 항온기내에 7일간 암조건에서 배양 후 온도별 균사생장량을 조사하였다.

병원성 검정. 과실에 대한 병원성을 확인하기 위하여 2003년 2월에 건전한 과실 9개와 핀으로 상처낸 과실 9개를 표면소독을 한 후 사각플라스틱 통(29×22×15 cm)에 넣고서 병원성을 검정하였다. PDA에서 7일간 순수배양한 병원균에서 형성된 분생포자를 3×10⁵ conidia/ml 농도로 현탁액을 만들어 전체 과실에 50 ml 분무접종하였다. 20°C 접종상에서 24시간 습실처리 후 꺼내어 다시 깨끗한 사각플라스틱 통에 옮긴 후 15°C 항온기에서 발병을 유도하였다.

결과 및 고찰

병징. 저장 및 유통중인 과실에 초기 검은색 반점이 생기면서 약간 함몰되고 시간이 경과됨에 따라 원형으로 부패되면서 검은색으로 된다(Fig. 1A). 병반부위가 확대되면서 그 위에 암갈색의 곰팡이가 형성된다. 병반부위를 절단해 보면 감염된 표피부터 시작하여 과육내부까지 갈색으로 변색되고 스폰지 모양으로 부패되어 상품성이 전혀 없어진다(Fig. 1B). 단감을 5개 또는 낱개 포장용 비닐봉지에 포장된 상태에서 저장고에 저장중인 경우에도 발생을 한다. 심하게 발생한 과실 하나에 여러 개의 병반

이 발생한 경우도 있다(Fig. 1C). 단감 수확시기에 탄저병이 감염된 후 조그만한 병징이 발생되었지만 선별작업시 부주의로 인해 저장중이거나 또는 저장 후 유통중에 발생시 모두가 검은점무늬병의 병징과 비슷하여 현장에서 육안으로 구별하기가 어렵다. 탄저병에 감염된 과실을 실온에 두면 병반부위가 약간 함몰되고 분홍색의 포자퇴가 생기는 것으로 구별이 가능하다.

발병환경. 진주, 창원, 김해지역의 저온 저장고에 있는 저장 단감을 시장 출하하기 위해 선별작업시 이병과을을 조사한 결과, 2월 상순부터 서서히 발생하기 시작하여 저장력이 조금씩 떨어지는 2월 중, 하순에 3지역 모두 4.3~6.7% 정도 발생하였으며 3월 중, 하순에 9%까지 발생하였다. 이들 병원균은 저장 및 유통중 과실에 발생하는데 주로 상처받은 부위에서 병 발생이 많은 것으로 보아 대부분 수확기에 상처를 통해 감염된 후 병 발생되는 것으로 보인다. 따라서 수확시 과실에 상처가 나지 않도록 특히 주의할 해야 한다.

초기에는 과실표면에 미세한 상처가 있어도 저장고 안의 낮은 온도로 인하여 병 발생이 억제되다가, 3개월 정도의 장기간 저장하게 되면 감의 저장력이 떨어지는 이 시기에 많이 발생하여 피해를 준다. 또한 저온저장고에서 꺼내어 시장출하를 하기 위해 선별장에 작업 후 시장 유통중 병 발생이 크게 증가한다. 이는 저장중 온도가 낮기 때문에 병원균의 활동이 부족한 환경이었지만 선별작업 후부터 온도가 높은 환경조건으로 변하기 때문에 발병이 증가하는 것으로 추측된다. Prusky(1981) 등에 의하면 *A. alternata*의 포자는 과실표면에 부착하여 발아를 하고 발아관을 내어 직접 또는 상처를 통하여 침입을 한다고 보고하였다. 직접침입은 생육기에 발생을 하며 과수원내 상대습도가 많을 때이며, 상처침입은 작게 갈라진 틈을 통하여 발생하거나 또는 꼭지떨림시 발생한다. Eshel(2002) 등은 *A. alternata*의 침입 후 0.5~1 mm 크기의 작은 병징이 생기고 이때 병원균은 과실 수확할 때까지 침입균사 형태의 정지상태로 존재한다고 하였다. 그 후 병징은 -1°C의 저장고에서 3개월 저장 후 20°C로 옮겼을 때 과실표면이 검은색으로 변하기 시작하거나 마른썩음(dry rot) 증상이 과실전체를 덮기 시작한다고 기술하고 있다.

균학적 특성. 분리한 균주를 PAD배지에서 배양하였을 때 균사는 격막이 있고 분지하며 투명하다가 연한 황록색을 띠 갈색으로 된다. 균총의 색깔은 벨벳색 또는 올리브색을 약간 띠 검은색을 띠다가 나중에 그을음 같은 짙은 검은색으로 된다(Fig. 2A). 분생포자는 PDA 상에서 분생포자경에 단생 또는 연쇄상으로 형성되며 모양은 난형, 근봉형 또는 서양배형이며 드물게 타원형의 형

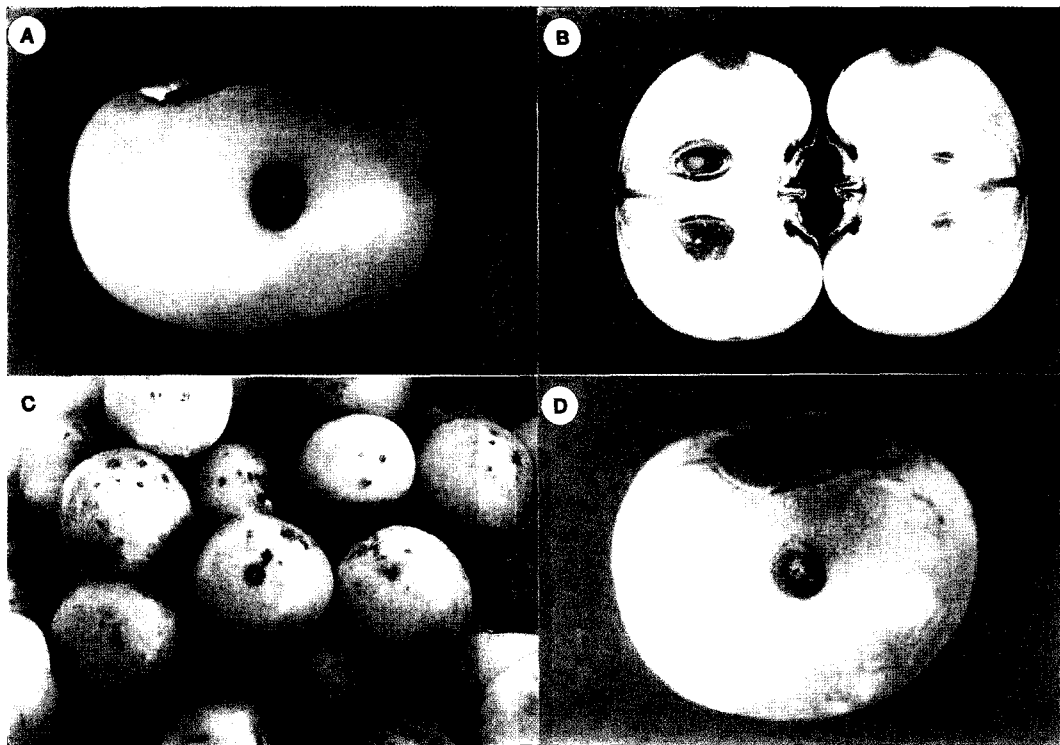


Fig. 1. Symptoms of black spot of sweet persimmon (*Diospyros kaki*) caused by *Alternaria alternata*. **A:** Typical symptoms of black spot of *A. alternata* on fruit of sweet persimmon, **B:** Longitudinal section of the infected fruit. **C:** Fruits showing severity infected in the storage box, **D:** Black spot of sweet persimmon after artificial inoculation.

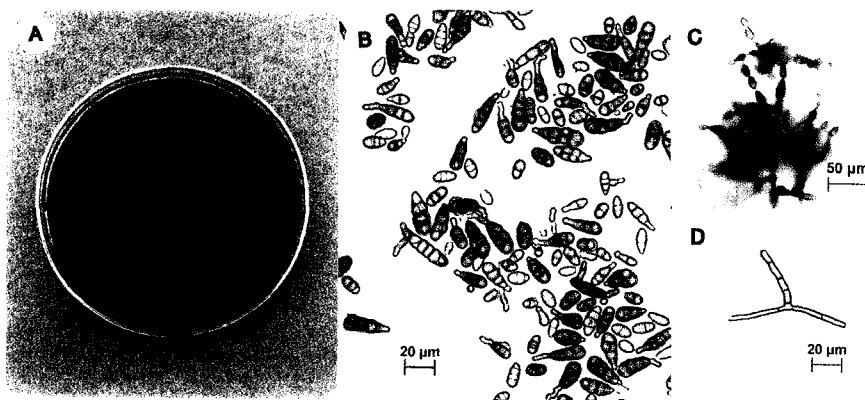


Fig. 2. Morphological characteristics of black spot on sweet persimmon caused by *Alternaria alternata*. **A:** Colony of mycelia growth after 7 days incubation on PDA, **B:** Conidia, **C:** Sporulation habit of conidia and conidiophores, **D:** Conidiophore.

태로 아주 다양하게 나타내며 횡격막이 3~5개 있으며, 종격막이 1~2개가 있다. 색깔은 연한 갈색 또는 금색을 띤 갈색이다. 크기는 12~46×6~12 µm이었다(Fig. 2B, C). 대부분 부리가 없다. 분생포자는 병반부위 또는 PDA배지에서 잘 형성되었다. 자연상태에서 형성된 것은 배지상에서 형성된 것에 비해 모양, 색깔, 크기 등 약간 차이가 있다. 분생포자경은 단생 또는 총생이며 연한 갈색으로 격

막이 있고 대부분 분지되어 있지만 똑바르거나 굽은 것도 있다. 분생포자경 부분에 한 개 또는 몇개씩 무릎모양 대칭으로 증식하고, 끝부분이 투명하며 약간 부풀어 있다. 크기는 42~95×3~5 µm이었다(Fig. 2D). PDA배지 상에서 온도에 따른 균사생장량을 조사한 결과, 최적 균사생장 온도는 30°C로서 배양 7일 후 균사생장량은 85.0 mm이었다. 25°C에서 83.9 mm, 20°C에서 58.8 mm, 35°C에서

Table 1. Comparison of mycological characteristics of the causal fungus of black spot of sweet persimmon and previous descriptions of *Alternaria alternata* on media

Characteristics		Present isolate	Yu ^a	Domsch <i>et al.</i> ^b
Colony	color	velvety, olivaceous black to sooty black	velvety, olivaceous black to sooty black	dark brown
Conidia	color	pale brown to golden brown	pale brown to golden brown	golden brown
	shape	ovoid, obclavate, obpyriform, rarely ellipsoidal	ellipsoid to ovoid, obclavate to obpyriform	ovoid, obclavate, obpyriform, rarely ellipsoidal
	size	12~46 × 6~12 μm	13~35 × 8~14 μm	18~63 × 7~18 μm
	septa	3-5 transvers, 1-2 longitudinal or oblique	3-5 transvers, 1-2 longitudinal or oblique	3-8 transvers, 1-2 longitudinal
Conidiophores	color	pale to mid brown	pale to mid brown	golden brown
	shape	straight or curved, 1-3 septate, solitary or fascicles	solitary or fascicles	simple, straight or curved, 1-3 septate
	size	42~95 × 3~5 μm	35~110 × 3~4 μm	50 × 3~6 μm

Described by Yu^a (2001) and Domsch *et al.*^b (1980).

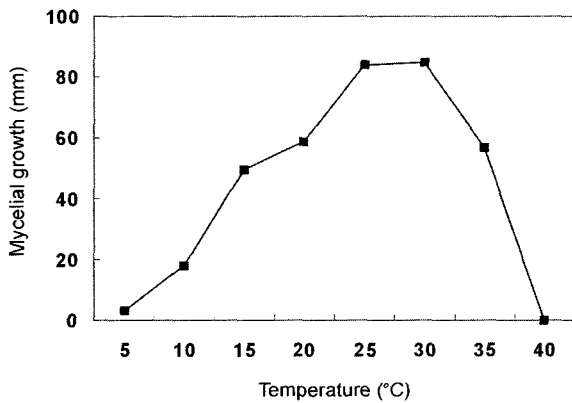


Fig. 3. Effect of temperature on mycelial growth of *Alternaria alternata* caused by fungus of black spot of sweet persimmon. The mycelial growth was measured 7 days after incubation on PDA.

56.2 mm, 15°C에서는 49.4 mm 내외로 자라 비교적 균사 생육 온도 범위가 넓었지만, 10°C와 5°C에서는 균사생육 상태가 느렸고, 40°C에서 생육이 되지 않았다(Fig. 3).

이상의 균학적 특징들을 관찰한 결과 유(2001), Domsch (1980) 등이 보고한 *A. alternata*와 일치하였으므로, 이 병을 *A. alternata* (Fr.) Keissler에 의한 단감 검은점무늬병으로 명명하고자 한다.

병원성 검정. 실내에서 병원성을 확인하기 위하여 건전한 과일을 1% 차아염소산 나트륨 용액으로 표면소독을 한 후 상처를 낸 것과 상처를 내지 않은 단감 과실을 처리당 각각 9개 준비하였다. 사각 플라스틱 용기 6개를 준비하여 처리별로 안에 넣고 순수분리한 병원균에서 형성된 분생포자를 3×10^5 conidia/ml 농도로 포자현탁액 50 ml 만들어 병원균을 인공접종하였다. 20°C 항온기에

넣고 조사한 결과, 상처를 낸 과실에서 접종 9일 후에 과실표면에 작은 검은색 반점이 생기고 병반부에 암갈색 곰팡이가 형성되었다(Fig. 1D). 상처를 내지 않고 접종한 과실은 병 발생이 거의 되지 않았다.

따라서 병 발생은 주로 과실수확기에 상처를 통하여 감염되는 것을 알 수가 있다. 접종 후 발병된 병반부에서 다시 병원균을 분리하였을 때 동일한 병원균이 분리되었다.

Alternaria 병은 전 세계적으로 많은 식물에서 발생하는 아주 흔한 병으로 주로 1년생 식물의 잎, 줄기, 꽃 그리고 과실에 발생하여 큰 피해를 준다고 보고하였다(Agrios, 1998). 小林(1992) 등에 의하면 초, 목본식물의 잎, 줄기, 가지, 과실, 꽃에 침입하여 점무늬병을 일으킨다고 보고하였다. 우리나라에서 여러 가지 기주식물중 *Alternaria* 속에 의한 병해 발생보고는 94종이며, 그 중 *Alternaria alternata*에 의한 병해는 18종으로 보고되었다(유, 2001).

요 약

2002년 경남 창원시 동읍 단감 저온 저장고에 저장중인 과실에서 검은점무늬 증상이 심하게 발생하였다. 병징은 과실표면에 검은색 둥근 반점이 생기고 병반부위가 확대되면서 그 위에 암갈색의 곰팡이를 형성한다. 병반부위를 절단해 보면 감염된 표피에서부터 시작하여 과육내부까지 갈색으로 변색되고 스폰지 모양으로 부패되어 상품성이 전혀 없다. 병원균의 분생포자는 난형, 곤봉형, 서양배형이고 드물게 타원형도 있으며 황색막이 3~5개, 종격막이 1~2개 있다. 색깔은 연한 갈색 또는 금색을 띠는 갈색이고 크기는 12~46 × 6~12 μm이었다. 분생포자경은 연한 담갈색이고, 크기는 42~95 × 3~5 μm이었다. 균사생육

적온은 25~30°C이었다. 단감 저장중 과실에 발생한 병징과 병원균의 균학적 특징을 조사한 결과, 이 병을 *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler에 의한 단감 검은점무늬병으로 명명하고자 제안한다.

참고문헌

- Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology, 4th ed. Academic press. 635pp.
- Domsch, K. H., Gams, W. and Anderson, T. H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. 1. Academic press. 859pp.
- 小林亨夫, 勝本謙, 我孫子和雄, 阿部恭久, 柿島眞. 1992. 植物病原菌類圖說. 全國農村教育協會. 685pp.
- 田口義廣, 渡邊秀樹, 秋田滋, 百町滿朗. 2001. カキの果實軟化症の發生原因と 防除. 日本植物病理學會報 67: 33-41.
- Eshel, D., Beno-Moualem, D., Lorang, J. M., Dinoor, A. and Prusky, D. 2002. Induction of peroxidase during infection of unripe persimmon fruit by *Alternaria alternata*: a possible quiescence mechanism. *J. Phytopathology* 150: 357-362.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P. and Rossman, A. Y. 1995. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. 1252pp.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 436pp.
- 권진혁, 서광기, 안광환, 강수용, 김정수, 김희규, 박창석. 2002. 감 과실 발생 병해 연구. 경남시험연구보고서. 482pp.
- 권진혁, 박창석. 2003. *Penicillium crustosum*에 의한 감 푸른곰팡이병 발생. 식물병연구 9(4): 217-220.
- Kwon, J. H. and Park, C. S. 2003. Sooty Mold of Persimmon (*Diospyros kaki*) Caused by *Cladosporium cladosporioides* in Korea. *Plant Pathol. J.* 19(5): 266-268.
- Prusky, D., Ben-Arie, R. and Guelfat-Reich, S. 1981. Etiology and Histology of *Alternaria* Rot of Persimmon Fruits. *Phytopathology* 71(11): 1124-1128.
- 유승현. 2001. Korea species of *Alternaria* and *Stemphylium*. 농업과학기술원. 212pp.