

총 설

국내에 발생하는 딸기 탄저병

김홍기* · 남명현¹

충남대학교 농생물학과, ¹충남농업기술원 논산딸기시험장

Anthracnose of Strawberry in Korea

Hong Gi Kim* and Myeong Hyeon Nam¹

Department of Agricultural Biology, Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea

¹Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungnam Agricultural Research and Extension Service, Nonsan 320-860, Korea

Twenty two different diseases on strawberry have been reported in Korea. Their occurrence patterns were depended on the varieties cultivated. Fusarium wilt occurred seriously on var. Hokowase, a variety used for the fields or semi-forcing culture. In recent years, however, anthracnose occurred remarkably as the acreage of forcing culture increases. Consequently, anthracnose reduced the stand rate and yield of the strawberry. Average occurrence rate of anthracnose was 36.9% on major strawberry cropping areas. Nyoho and Akihime, which are popular varieties for the forcing culture, are considered to be susceptible, but Hokowase and Suhong are resistant against this disease. *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* have been reported as casual agents for this disease in Korea. *C. gloeosporioides* was recently reported, but *C. fragariae*, known to be a strong pathogen in foreign countries, has not been found yet in Korea. These two fungal pathogens showed significant differences in some characteristics such as major infection parts of plant and responses to temperatures as well as benomyl resistance. In addition, *C. gloeosporioides* is more pathogenic than *G. cingulata*. Because vinyl sheltering is effective for control of anthracnose to protect water disposal of the pathogen during the seedling stages, it is strongly recommend to use this method in conjunction with integrated control programs.

Keywords : anthracnose, *Colletotrichum fragariae*, *C. gloeosporioides*, control, strawberry.

딸기(*Fragaria* × *ananassa* (L.) Duchesne)는 장미과의 영년생작물로서 *F. virginiana* × *F. chiloensis*의 중간 잡종에 의해 18세기에 네덜란드에서 육성되었다(木村, 1988). 그러나 딸기 야생종은 석기시대부터 인간이 채취·이용한 것으로 추정되며, 유럽에서는 14세기부터 일부 재배되었다. 국내에서 딸기의 유래에 대한 자세한 기록은 없으나 논산지역에서 1921년에 일본인이 과수원 그늘에 심은 것이 최초 기록이며, 1940년대 대학1호라는 Victoria 변이품종이 선발되어 재배되기 시작한 것으로 전해진다. 딸기는 비타민C 함량이 풍부하고 특

히 과채류가 적은 겨울철에도 수확할 수 있어 농가에서 고소득 작물로 인기가 높다.

우리나라의 딸기재배는 충남부지방을 중심으로 1997년 재배 면적은 6,303ha, 생산량은 151.3천톤으로 그중 시설재배가 5,572ha를 차지하여 전체의 88.4%를 점하고 있으며(농림수산부, 1995; 농촌진흥청, 1998), 특히 경남 밀양·진주, 충남 논산, 전남 담양, 경북 고령지역이 재배의 60% 이상을 차지하고 있다(Fig. 1). 국내의 딸기 작형은 축성, 반축성, 노지, 억제재배의 네 가지로 크게 구분되며 1980년대에는 노지재배가 주종을 이루었으나 최근에는 축성, 반축성재배가 증가하고 있는 추세이다. 이와같이 재배양식이 바뀜으로써 새로운 재배양식에 맞는 품종도 같이 변화하고 있으며 이에 따라 병해의 발생양상도 바뀌고 있다(Table 1).

* Corresponding author
Phone) +82-42-821-5768, Fax) +82-42-823-8679
E-mail) hgkim@hanbat.chungnam.ac.kr

Table 1. Change of major cultivars and disease occurrence of strawberry in Korea

Year	Major cultivar	Cultivated area (ha)	Cropping pattern	Major disease
1985	Hokowase	7,584	Field culture, Semi-forcing culture	Fusarium wilt
1990	Suhong, Hokowase	6,857	Semi-forcing culture	Bud rot, Fusarium wilt,
1995	Nyoho, Suhong	7,394	Forcing, Semi-forcing culture	Anthraco nose

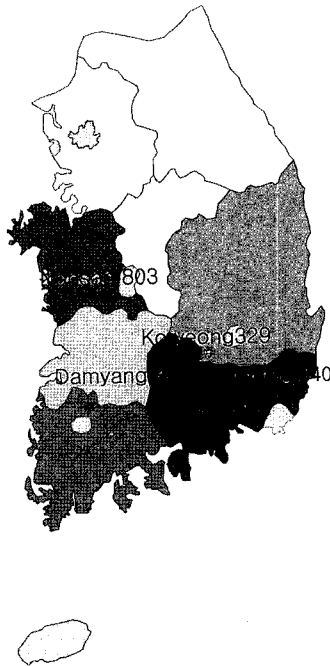


Fig. 1. Five major strawberry-growing regions in Korea and their cultivated area (ha) in 1997.

현재 국내에 보고되어 있는 딸기의 병해는 22종(한국식물병리학회, 1998)으로 병발생이 재배품종과 직결되는 경우가 많았다. 과거 보고조생에는 위황병이 많이 발생하였으나 최근에는 재배면적이 확대되고 있는 축성재배 품종 여봉, 아끼히메 등에 그 동안 문제시되지 않았던 탄저병이 딸기 축성재배지역을 중심으로 크게 발생하여(정, 1997; 신 등, 1998) 심한 묘 부족사태를 초래하고 있으며 나아가 수량감소의 원인이 되기도 한다(Fig. 2).

국내에서 1992년에 처음 병원균의 존재가 알려진 이래 현재까지 병원균으로는 *Colletotrichum gloeosporioides*와 *Glomerella cingulata*가 보고되어 있다(남 등, 1998). 딸기 탄저병은 주로 장마기에 수매전반에 의해 전염하고 자낭각이 토양에 존재하여(石川, 1990) 연작재배시 병해발생이 크게 증가할 수 있으며, 비가림재배에 의한 경종적 방제방법외에 효과적인 방제방법이 없어 계속적으로 병발생 피해가 증가하는 추세에 있다. 우리나라의 주요 재배품종을 육종한 일본의 경우

도 품종의 변화에 따라 최근 탄저병이 가장 피해가 커 우리와 동일한 상황이다. 일본의 탄저병 발생은 육묘기에 발병주율이 5-100%, 본포에는 최고 53.7%가 고사하는 큰 피해를 나타내고 있어(岡山, 1994) 탄저병을 방제하기 위해 조직배양을 통한 내병성육종(Margaret 1986), 미생물제제를 이용한 방제 방법 등을 활발히 연구하고 있다. 또한 미국과 유럽에서도 탄저병(Howard 등, 1992)이 딸기재배시 가장 중요한 병해로써 관부, 과실 등에 발생하여 심한 경우 50-70% 또는 그 이상의 수량감소를 초래하여(Adam과 James, 1990; Denoyes와 Baudry, 1995) 이에 대한 효과적인 방제를 위해 내병성 품종육종 측면에서 보다 많은 연구를 수행하고 있다.

따라서 본 출생에서는 계속적으로 피해가 증가될 것으로 보이는 탄저병 발생에 효과적으로 대처하기 위해 국내에 발생하는 딸기 탄저병의 발생경향, 병징, 병원균, 방제방법 등에 관해 최근 연구동향을 분석해 보고자 한다.

병발생 상황. 딸기 탄저병은 국내 다른 작물에 발생하는 탄저병과는 다르게 과실보다는 포복지(runner)나 관부 등 식물체에 더 많이 발생하고 고온과 장마, 강수량이 많은 시기에 다발하는 경향을 나타내며 여봉, 아끼히메 등 축성재배품종에 많이 발생한다. 또한 딸기 경엽이 젖어 있는 시간이 길수록 용이하게 침입하고 토양수분이 높을수록 심하게 발병한다. 특히 여름철 장마기에 많이 발생하여 비가림재배나 철저한 육묘기 관리 등 적절한 경종적 방제가 되지 않았을 경우 병의 만연을 효과적으로 방지하는 것은 매우 어렵다. 탄저병 발생을 시기별로 보면 6월에 초발생하여 주로 장마기에 빗물에 의해 전파되기 때문에 7월~9월에 가장 심하게 발생한다. 품종별로는 우리나라에서 최근 많이 재배되고 있는 여봉, 아끼히메, 아까네꼬 품종이 감수성이며, 수홍과 보고조생은 매우 저항성이다. 딸기 주산단지(논산, 밀양, 산청)에서 탄저병 발생 정도는 평균 36.9%의 높은 이병주율을 나타내고 특히 100% 발병된 포장도 여러 곳에서 발견되고 있어 특정지역에서는 극심한 묘 부족을 초래하여 큰 문제로 대두되고 있다.

병징. 딸기의 관부·엽병·포복지·잎에 발생하며 심하면 포기 전체가 시들면서 말라죽는데 육묘포장에서 자묘가 군데군데 시드는 증상이 나타나므로 농가에서는 '폭탄병'이라고도 부른다. 시드는 증상은 주로 관부부위가 갈변하기 때문에 발



Fig. 2. A strawberry field severely infected by *Colletotrichum gloeosporioides*.



Fig. 3. Anthracnose symptoms on various parts of strawberry. Wilting of a daughter plant by anthracnose (A), reddish brown discoloration of the interior of the crown (B), black spots on the leaf (C), and lesions on the runner (D).

생하는데, 이는 진단의 핵심으로써 관부부위를 종단면으로 잘랐을 때 외부로부터 안쪽으로 갈변부분이 도관부위까지 이어지며 포복지에서는 수침상으로 흑변하며 과습상태에서 분홍색의 분생포자퇴를 형성한다. 앞에는 심한 병징이 나타나지 않지만 심한 경우에는 먹물을 짙은 것 같은 검은색의 반점을 형성하는 특징이 있다(Fig.3). 미국에서는 탄저병을 발병부위에 따라 Anthracnose, Crown rot, Fruit rot, Black leaf spot, Irregular leaf spot 등 여러 병명으로 세분하고 있지만(Mass,

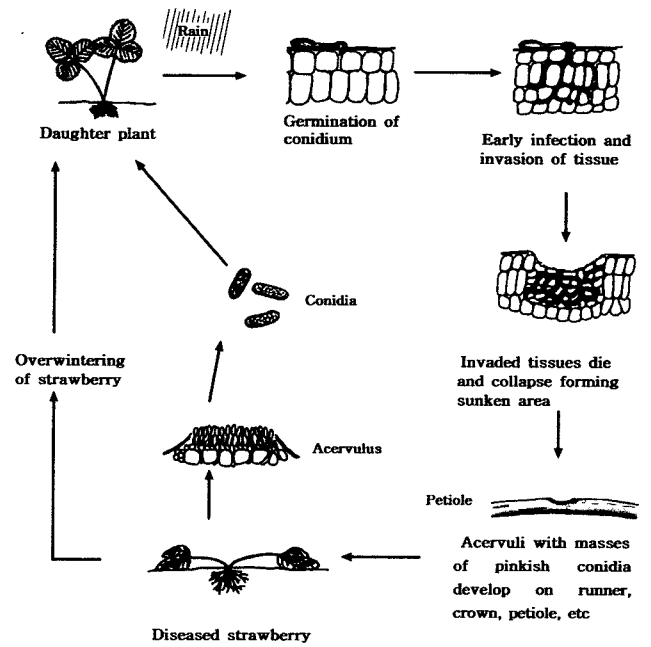


Fig. 4. Disease cycle of the strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum* spp.

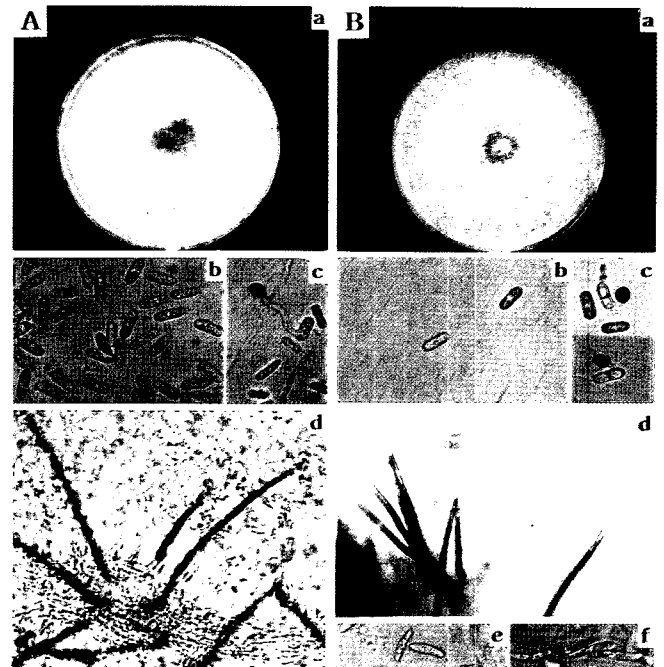


Fig. 5. Morphological and cultural characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides*(A) and *Glomerella cingulata*(B) isolated from strawberry. a; colony morphology, b; conidia (400 ×), c; appressorium (400 ×), d; setae (400 ×), e; ascospore (400 ×), f; ascus containing 8 ascospores(400 ×).

1998) 우리나라와 일본은 탄저병으로 통칭하고 있다(남 등, 1998; 岡山, 1994).

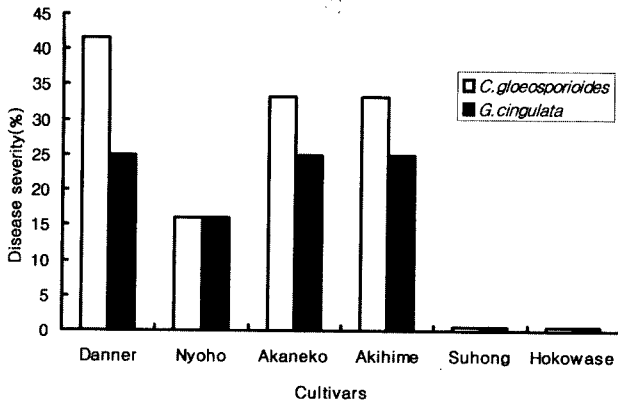


Fig. 6. Pathogenicity of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Glomerella cingulata* on six strawberry cultivars. Three plants per cultivar were inoculated and disease severity was rated 17 days after inoculation. Disease severity was calculated based on the following equation

$$\text{Disease severity (\%)} = \frac{(0 \times a) + (1 \times b) + (2 \times c) + (3 \times d) + (4 \times e)}{4(a+b+c+d+e)} \times 100$$

where 0 = no disease, 1 = less than 50% of the total petiole showing disease, 2 = more than 50% of the total petiole showing disease, 3 = wilting of the entire plants, 4 = necrosis of the entire plants, and a, b, c, d, and e are the number of plants which fall into the categories of 0, 1, 2, 3, and 4, respectively.

전염경로 및 발병환경. 잠재감염주와 병든 식물체 잔재물에서 균사로 월동한 후 1차 전염원으로 활동한다. 그후 병반상에 형성된 분홍색 분생포자퇴로부터 강우, 관수에 의해 포자가 쉽게 이동하며 그밖에도 바람, 곤충, 사람, 농기계 등에 의해서도 이동하여 2차전염원이 되어 자묘에 발병한다(Agrios, 1997). 또한 토양 속에서 자낭각으로 월동하며, 자낭포자는 25℃에 10일, 15℃에 15일, 5℃에 60일간 생존할 뿐이며 토양에 생존하는 포자가 강우 등에 의해 비산하여 자묘에 감염, 발병한다(石川, 1990). 탄저병은 육묘상, 가식상, 정식포에서 고루 발생하는데 특히 고온다습이 병발생에 호적한 조건으로 4℃ 내외의 낮은 온도에서는 발병하지 않고 관부에 감염된 채로 오랫동안 생존한다(Fig. 4). 착과기보다는 포복지 형성기가 병에 더 잘 걸린다(Howard, 1972; Howard와 Albregts, 1983, 1984; Howard 등, 1992). 어린 포복지나 잎자루가 더 감수성이며 착과기 이후에는 다른 부위는 저항성인 반면 과실만은 아주 약하고 질소질 성분이 적고 흰가루병에 걸리면 저항성으로 되는 특징이 있다(Mass, 1998).

딸기 탄저병균의 분류체계. 딸기 탄저병이란 명칭은 1931년 Brooks(1931)에 의해 처음 사용된 이후 *Colletotrichum* spp. 균에 의해 발생하는 병에 대해 일반적으로 사용되어 왔다. 지금까지 딸기에 탄저병을 일으키는 병원균으로는 *Colletotrichum gloeosporioides*(Gunnell과 Gubler, 1992; Howard와 Albregts,

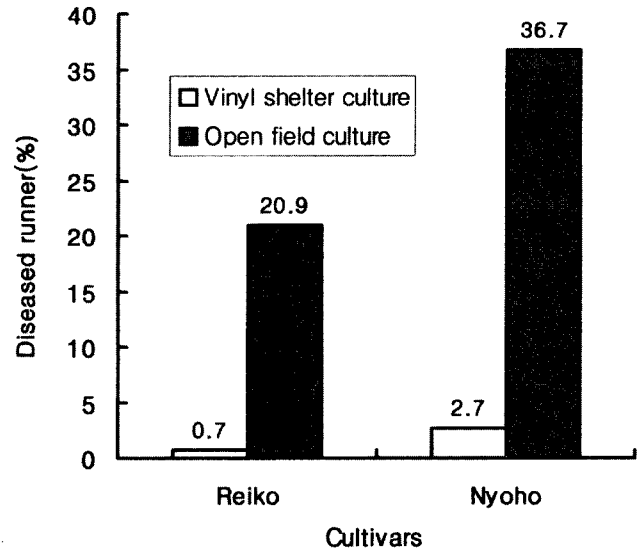


Fig. 7. Effect of vinyl sheltering for the control of strawberry anthracnose in the seedling stage.

1984), *C. fragariae*(Brooks, 1931, 1935; Carver와 Hom, 1960; Gunnell과 Gubler, 1992; Horn과 Carver, 1963; Howard, 1972; Smith와 Black, 1990), *C. acutatum*(Smith와 Black, 1986), *C. dematium*(Beraha와 Wright, 1973), *Gloeosporium* sp.(von Arx, 1970, Wright 등, 1960) 등이 보고되어 있다.

이들 탄저병균 중에서 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*는 병원균의 형태가 비슷하여 정확한 분류가 어려운 실정이다. von Arx(1970)는 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 동일한 종으로 취급하여 *C. fragariae*를 *C. gloeosporioides* 안에 포함시켰다. 그후 Mordue(1971)와 Sutton(1980)은 강모의 형성유무, 부착기의 형태에 근거하여 분류하였으나 Baxter 등(1983)는 강모가 서로 비슷하여 분류의 특징이 되지 못한다고 하였다.

Howard와 Albregts(1984)는 *C. fragariae*는 *C. gloeosporioides*와 닮았지만 많은 포자를 형성하고 완전세대를 형성하지 않아 두 종을 완전세대 형성유무에 따라 각각 독립적으로 분류하였다. 그후 Mass와 Howard(1985)는 사과와 딸기과실의 병원성 유무에 따라 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 구분하기도 하였다. Smith와 Black(1990)은 단지 강모형성유무로 *C. fragariae*와 *C. gloeosporioides*를 분류한 반면 Gunnell과 Gubler(1992)는 부착기 형태로는 분류가 안 된다고 하고 강모 형태로 구분하였다. 최근 RFLP와 RAPD분석에 의해 두 종을 각각 유전자수준에서 세분한 바 있다(Sreenivasaprasad 등, 1992).

국내에서는 딸기 탄저병균으로 완전세대를 형성하는 *C. gloeosporioides* Penz.(완전세대: *Glomerella cingulata* (Stoneman) Spauld. & H.Schrenk.)만 보고되었으나(김 등, 1992), 최근 남 등(1998)이 완전세대를 형성하지 않는 *C. gloeospori-*

oides가 존재함을 밝혔고 이 균들을 완전세대 형성유무에 따라 완전세대를 형성하지 않는 *C. gloeosporioides*와 완전세대를 형성하는 *G. cingulata*로 세분하였다.

병원균의 특징. 국내에서 발생하는 딸기 탄저병균은 *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*가 보고되어 있는데 두 균간에 완전세대 형성유무 외에 형태적, 배양적 특성을 달리하고 있다(남 등, 1998). *C. gloeosporioides*의 colony색은 연회색, 분생포자의 크기는 $7.5-17.5 \times 3.8-5.0 \mu\text{m}$, 강모의 크기는 $50-110 \times 5 \mu\text{m}$ 인 반면 *G. cingulata*의 colony색은 검은 회색, 분생포자의 크기는 $12.5-17.5 \times 5.0 \mu\text{m}$, 강모의 크기는 $50-110 \times 5 \mu\text{m}$ 이며, 완전세대를 형성하고 자낭의 크기는 $80-85 \times 10 \mu\text{m}$, 자낭포자의 크기는 $17.5-22.5 \times 4.5 \mu\text{m}$ 이었다(Fig. 5).

또한 미국에서 보고된 *C. fragariae* 분생포자의 크기는 $14-22.5 \times 3.5-5.0 \mu\text{m}$ 이며 강모의 크기는 $50-271 \times 3-6 \mu\text{m}$ 으로 국내에서 보고된 탄저병원과 비교시 분생포자나 강모크기에서 큰 차이를 보이고 있다. 한편 *C. acutatum*은 colony색이 분홍색이고, 분생포자형태는 방추형이며, 분생포자는 $13-19 \times 3.5-5.0 \mu\text{m}$, 강모의 크기는 $39-75 \times 2.5-4.0 \mu\text{m}$ 이다(Gunnell과 Gubler, 1992; Smith와 Black, 1990).

국내에서 발생하는 딸기 탄저병균의 온도별 생장정도를 보면 모두 28°C 에서 균사생장이 가장 좋았으나 28°C 이하에서는 *C. gloeosporioides*가 *G. cingulata*보다 빠르게 생장하였다. 여러 균주를 대상으로 한 두 균의 배노밀에 대한 균사생장반응 비교에서도 외국의 경우(Liyanage, 1992)와 비슷하게 *C. gloeosporioides* 균주들은 $10 \mu\text{g/ml}$ 에서 생장하였지만 *G. cingulata*는 $2 \mu\text{g/ml}$ 에서 전혀 자라지 못하여 두 균간에 큰 차이를 보였다.

병원성. 국내균주를 이용하여 병원균의 품종별 병저항성 정도를 조사한 결과 일본의 경우처럼(石川 등, 1989) 품종간에 큰 차이를 보였다. 다너, 여봉, 아까네꼬, 아끼히메는 감수성이었지만 수홍, 보교조생은 매우 저항성이었고(Fig. 6), 또한 *C. gloeosporioides*가 *G. cingulata*보다 강한 병원성을 나타내었다. 포자농도별 병원성검정시 두 균 모두 $1.5 \times 10^6/\text{ml}$ 농도처리가 가장 병원성이 강했다. 또한 딸기 탄저병균의 포자 현탁액 접종시 타기주에 대한 병원성 검정 결과 상처, 무상처 접종시 가지, 고추, 토마토, 피망의 잎과 과실에는 두 균 모두 병원성이 없었으며, 분리기주인 딸기에는 두 균 모두 강한 병원성을 나타내었다(Mordue, 1971). 한편, 사과과실에서 *C. gloeosporioides*는 무상처접종시 발병하였으나, *G. cingulata*는 발병하지 못했고 포도과실은 *G. cingulata*만이 상처접종시 발병하였다(남 등, 1998). 외국에서는 시클라멘, 사과, 아보카도에도 딸기 탄저병균이 병원성이 있는 것으로 알려졌고(岡山, 1994), *C. gloeosporioides*와 *G. cingulata*가 사과에 병원성이

있는 것으로도 보고된 바 있다(Moss와 Howard, 1985).

방제방법. 딸기 탄저병의 방제는 다른 기주의 탄저병과 같이 강우나 관수에 의해 포자가 이동하여 2차 전염원이 되기 때문에 경종적 방제로써 비가림 재배를 하는 것이 최선의 방제방법이다. 비가림재배를 실시할 경우 무처리에 비해 90% 이상의 방제효과를 보인다(Fig. 7). 또한 잠재감염주는 딸기 탄저병의 1차전염원으로 1차전염원만 차단한다면 많은 방제효과를 거둘 수 있어 건전한 모주를 선택하는 것이 매우 중요하다.

잠재감염주 간에 판별법으로써 모주의 하염을 70% 알콜로 30초 표면소독후 살균수로 세척하고 비닐로 밀봉하여 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ 에 10일 동안 두면 이병주의 경우 잎표면에 분홍색 분생포자의 형성유무로써 잠재감염주를 판별할 수 있다. 초기 병징이 보이면 즉시 질소질, 칼리질 비료의 시비를 중지하고 토양이 배수가 잘되게 하며 강한 관수는 발병을 조장하므로 점적관수를 실시한다. 피해주, 피해경은 즉시 제거하며 이병식물체의 혐기적 발효는 전염원 제거에 매우 효과적이고(石川 등, 1990) 짚으로 멀칭하거나 무병묘에 의한 조직배양묘 생산도 효과적이다. 또한 온도와 습도조건에 따라 품종별로 저항성이 크게 영향을 받기 때문에 각 지역 환경특성에 맞는 품종 선택도 중요해서 외국에서는 저항성품종육성에 주력하고 있다(岡山, 1994; Howard 등, 1992; Brooks, 1935). 아울러 점적관수를 실시하고, 지나친 질소질비료 사용을 금한다.

화학적 방제로써 현재까지 국내에 고시된 약제는 없으며 일본에서는 프로피수화제 500배, 디치수화제 1,000배, 비타놀수화제 2,500배액 등이 권장되어 있고 미국은 배노밀과 캡탄, copper sulfate, Iprodione 등을 비오기전에 예방적으로 살포하여 방제하고 있다. 약제 살포시는 치료적 살포보다는 예방적으로 살포시 효과를 볼 수 있다. 또한 모주정식시 배노밀 500배액에 30분간 침지하면 예방효과를 나타낸다. '98년 국내에서 시험한 딸기 탄저병 약제방제 효과시험 결과 아족시스트로빈(액상)수화제가 80.1%의 방제가를 나타내어 가장 효과적이었다.

참고문헌

- Adam, D. and James, L. 1990. *The Strawberry into the 21st Century*. Timber Press. pp. 219-223.
- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. 4th edition. pp. 249-253. Academic press, New York, USA.
- 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.