식물병연구
Res. Plant Dis. 19(2) : 102–107 (2013)
http://dx.doi.org/10.5423/RPD.2013.19.2.102

Research Article | Open Access

Research in Plant Disease
©The Korean Society of Plant Pathology

최근 주요 감귤 병의 발생 양상

현재욱[1]* · 이평호[1] · 황록연[1] · 문경환[2]
[1]국립원예특작과학원 감귤시험장, [2]국립원예특작과학원 온난화대응농업연구센터

Aspect of Incidence of the Major Citrus Diseases Recently

Jae-Wook Hyun[1]*, Pyoung-Ho Yi[1], Rok-Yeon Hwang[1] and Kyung-Hwan Moon[2]
[1]Citrus Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 697-943, Korea
[2]Agricultural Research Center for Climate Change, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 697-943, Korea
(Received on April 8, 2013; Revised on June 4, 2013; Accepted on June 7, 2013)

The percent of diseased fruit by *Diaporthe citri* was the most 16.8% in 2010 and the least 3.8% in 2005, and the average was 8.8% from 2003 to 2012. The degrees of disease incidence were relatively high, 17.0, 22.6, 19.2 and 18.9%, in 2003, 2004, 2007 and 2010, respectively. The percent of diseased fruit by *Elsinoe fawcettii* was the most 0.72% in 2004, and then gradually decreased to 0.08% in 2008, and the average was from 0.28% from 2004 to 2011. In case of canker by *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, the percent of diseased fruit was the most 2.19% in 2004, and gradually decreased to 0.08 and 0.10% in 2009 and 2010, respectively. The average was 0.81% from 2004 to 2012. The melanose by *D. citri* was most in south-east area of Jeju Island, and east and west in case of canker. The melanose symptoms were initially appeared from mid June, mainly peaked late of July to late August. The canker symptoms were initially produced on leaves of natsudaidai and grapefruit cultivated in open field middle of June in 2010 and 2011 and late of May in 2012. The scab disease was firstly appeared approx. early or mid May and then rapidly increased late of May to middle of June. The inoculum was mainly produced from dead twigs late June to early of August.

Keywords **: Canker, Disease incidence, Melanose, Scab**

서 론

세계적으로 감귤에 발생하는 병의 종류는 90종 이상이 보고되고 있으며 우리나라 감귤에는 바이러스 병을 포함하여 35가지 이상의 병이 발생하는 것으로 보고되고 있다(Hyun 등, 2002). 이들 중 주로 피해를 주는 병으로는 검은점무늬병(Melanose), 궤양병(Canker), 더뎅이병(Scab) 등이다.

지난 100년(1906–2005년)간 지구의 평균 기온은 0.74ºC 상승하였고 한반도는 지난 20세기(1912–2010년) 동안 10년에 0.18ºC의 속도로 상승하여 전체적으로 1.5ºC 상승하였다(National Institute of Meteorological Research, 2009). 또한 IPCC는 향후 100년간 지구의 평균 온도는 AIB 시나리오에 대비하여 약 4.4ºC 증가할 것으로 예측하고 있으며(IPCC, 2007), 기후 변화 예상 시나리오에 따르면 2030년 후 한반도의 아열대 기후대 지역은 한반도 경지면적의 17%(현재 2%)로 늘어난다고 예측하고 있다. 또한 제주 지역의 평균기온은 1971–2000년 기간에 비하여 1981–2010년 0.3ºC 증가하였다(Jeju Regional Meterological Administration, 2011). 그리고 최근 30년(1981–2010년) 동안 여름철 0.1 mm 이상 강수일수를 살펴보면 제주도 남부 지역인 서귀포지역이 41.4일, 서부 고산지역이 37.1일로써 지역별로 차이가 많으며 제주도의 30년 단위 계절별 강수량의 변화를 살펴보면 1971–2000년 기간보다 1981–2010년 기간에 여름철 강수량이 29.5 mm(3.8%), 가을철 강수량은 35.4 mm(10.3%) 증가하여(Jeju Regional Meterological Administration, 2011)

*Corresponding author
Phone) +82-64-730-4109, Fax) +82-64-733-9564
Email) hyunjaewook@korea.kr

최근 들어 장마 개념이 없어지고 있으며 예전에 장마기인 6월 하순부터 7월 중순까지 집중적으로 비가 내렸던 것에 비하면 최근 들어 상대적으로 7월 강우가 줄어들고 8월에서 9월에 강우가 잦아지고 있다. 이에 따라 병 발생 양상도 변하고 있으며 또한 최근 감귤재배 형태가 밀식재배에서 간벌에 의한 재배로 바뀌어 있고 나무의 수령도 많아져서 과거에 발생이 많았던 더뎅이병 등이 상대적으로 발생이 줄어들고 검은점무늬병 발생이 많아지고 있다.

본 연구에서는 감귤 주 재배 산지인 제주도를 중심으로 최근 병 발생 상황을 조사하고 발생 양상을 분석하여 기초 자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

발병 상황 조사. 2003년부터 2012년까지 10년간 제주도 감귤 재배지에서 지역과 재배면적비율을 고려하여 64개 과원을 선정하고 매년 9월 중순경에 더뎅이병, 궤양병, 10월 하순경에 검은점무늬병 발생을 조사하였다. 더뎅이병과 궤양병의 경우 잎과 과실을 대상으로 병든 율을 조사하였고, 검은점무늬병의 경우는 과실에서 발병도와 병든 과율을 조사하였는데 발병도는 다음과 같은 기준으로 조사하였다.

$$\text{발병도}(\%) = [(1A + 3B + 5C + 7D + 9E)/9 \times \text{표본수}] \times 100$$

0: 병반 면적 0, A: 병반 면적 <1%, B: 병반 면적 1–5%, C: 병반 면적 6–25%, D: 병반 면적 26–50%, E: 병반 면적 51–100%

검은점무늬병의 경우 병반 면적이 6% 이상 병에 걸린 과실을 조사하였으며 더뎅이병과 궤양병은 관행적으로 병 발생에 의해 비상품 기준에 해당하는 과실을 병든 과실로 조사하였다. 조사는 과원 당 10주씩 무작위로 선정하여 조사하였으며 조사 나무 당 100개 과실 또는 잎을 조사하였다.

시기 별 병 진전 정도 조사. 검은점무늬병의 시기별 진전 상황은 제주도에서 강우량이 적은 서부 지역의 고산에 위치한 과원과 강우량이 상대적으로 많은 남부지역인 남원에 위치한 감귤시험장 포장에서 각각 무방제 나무 5개씩을 선정하고 2007년부터 낙화기 이후 10월 하순까지 7일 간격으로 각 나무에서 10개의 과실을 채취하여 병반 개수를 실체현미경 10배하에서 조사하였다.

궤양병은 제주도 서귀포시 남원읍 하례리에 위치한 감귤시험장 예찰 포장 2개 지점에서 4개 나무를 선정하여 5월부터 10월까지 7일 간격으로 수관의 동서남북 4개 면에서 각 면당 200엽 및 30과씩 총 800엽 및 120과에서 병반 숫자와 병든 잎 또는 과실율을 조사하였다.

더뎅이병은 위와 동일 위치에 있는 감귤시험장 예찰 포장 2개 지점에서 4개 나무 선정하여 4월 중순부터 7월까지 7일 간격으로 수관의 동서남북 4개 면에서 각 면당 100엽 및 30과씩 총 400엽 및 120과에서 병반 숫자와 병든 잎 또는 과실율을 조사하였다.

시기별 검은점무늬병 전염원 생성 정도. 검은점무늬병균은 살아 있는 잎이나 과실을 침입한 후 기주 식물체 내에서 죽기 때문에 잎이나 과실의 병반으로 부터 전염원이 생성되지는 않고 죽은 가지에서 병자각 포자를 생성하여 전염원이 된다(Whiteside, 2000). 따라서 죽은 가지에서 전염원이 생성되는 시기와 그 정도를 알아보기 위하여 지난해에 발생한 가지(직경 약 5 mm) 중에서 겨울을 지내면서 고사된 가지를 5월 상순경에 채취하여 10 cm 길이로 절단하고 20 × 30 cm 크기의 플라스틱 망에 10개씩 3개의 망에 집어넣어 제주도 서귀포시 남원읍에 위치한 감귤시험장 무방제 노지 포장에 있는 약 30년생 되는 온주밀감 수관 가운데 설치하고 7일 간격으로 10월 상순까지 죽은 가지에서 포자 덩어리를 분출한 병자각 수를 실체현미경을 통하여 조사하였다. 조사는 3개 플라스틱 망에 있는 총 30개 가지에서 조사하여 가지 당 평균 발생수를 조사하였다.

결과 및 고찰

병 발생 상황. 2003년도부터 감귤검은점무늬병에 걸린 과실율을 조사해 본 결과 2010년에 16.8%로써 가장 높았으며 2005년에는 3.8%로써 가장 낮았다. 2003년, 2004년, 2007년, 2012년의 경우 각각 9.4, 11.5, 9.4, 9.0%로써 비교적 높았으며 2006, 2008, 2009, 2011년의 경우 각각 7.5, 5.9, 6.1, 5.7%로써 다른 해에 비하여 상대적으로 발병이 적었다. 최근 10년간 평균 병든 과율은 8.5% 이었다(Fig. 1). 또한 발병도를 조사해 본 결과 2003, 2004, 2007, 2010년 검은점무늬병 발병도가 각각 17.0, 22.6, 19.2, 18.9%로써 다른 해에 비하여 높았으며 병든 과실율과 비슷한 경향이었지만 발병도가 가장 높은 해는 2004년이었다. 2005년, 2006년, 2008, 2009, 2011, 2012년의 경우는 비교적 발병도가 낮아 각각 6.8, 9.5, 12.7, 10.0, 7.5, 12.1%이었으며 최근 10년간 평균 발병도는 13.5%이었다(Fig. 2).

또한 지역별로 최근 10년 동안 병든 과율을 비교해보면 제주도 남동부지역에서의 발병 과율이 7.4%, 동부지역이 13.6%, 북동부지역이 12.0%, 북서부지역이 5.3%,

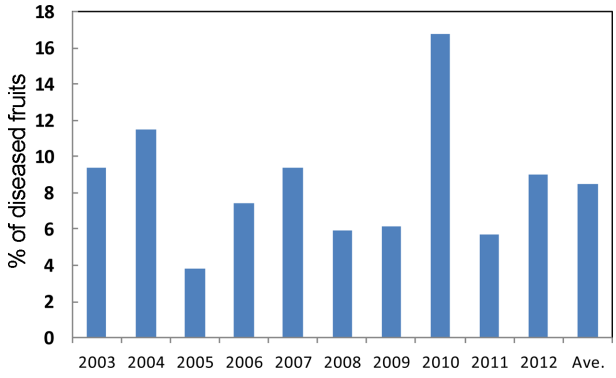

Fig. 1. The rate of diseased fruits by *Diaporthe citri* from 2003 to 2012.

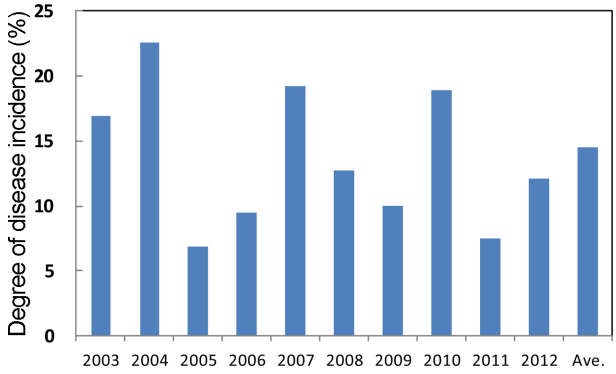

Fig. 2. The degree of disease incidence on fruits by *Diaporthe citri* from 2003 to 2012.

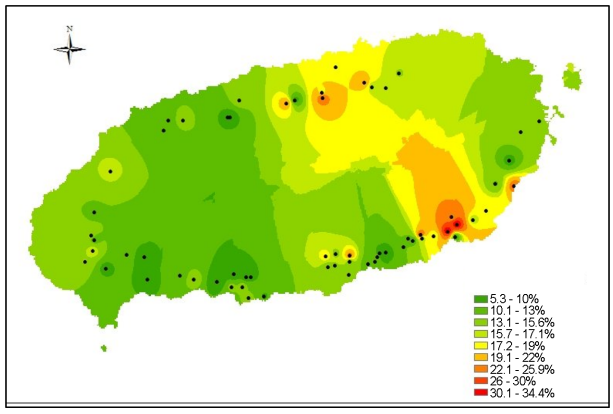

Fig. 3. The map of melanose incidence on citrus fruit by *Diaporthe citri* from 2003 to 2012.

서부지역 5.4% 그리고 남서부 지역의 발병 과율은 5.9%로써 제주도 남동부와 동부지역에서 병 발생이 많음을 알 수 있었다(Fig. 3). 이는 이 지역이 다른 지역에 비하여 강수량과 강우 일수가 많기 때문으로 판단되며 또한 남동부 지역의 검은점무늬병 방제 횟수는 년 7.0회로써 타 지역의 평균 방제 회수인 5.8회 보다 약 1.2회 정도

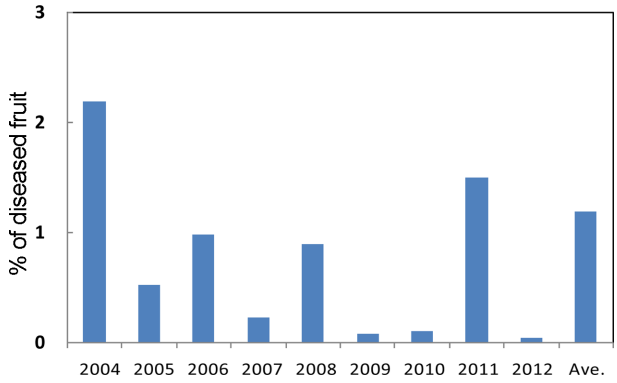

Fig. 4. The rate of diseased fruits by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* from 2004 to 2012.

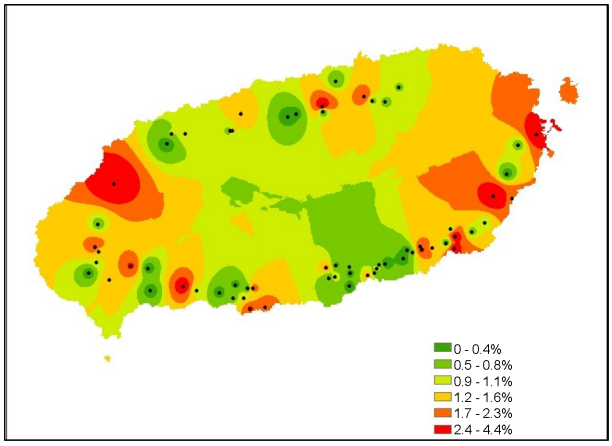

Fig. 5. The map of canker incidence on citrus fruit by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* from 2003 to 2012.

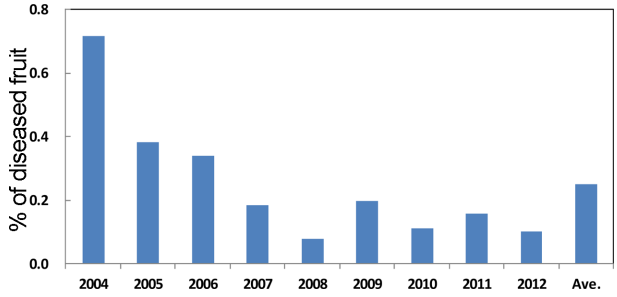

Fig. 6. The rate of diseased fruits by *Elsinoe fawcettii* from 2004 to 2012.

많았다.

궤양병의 경우 2004년에 2.19% 발병하여 최근 들어 가장 많이 발생하였으며 그 이후로 급격히 줄어들어 2009년과 2010년의 경우 0.08%와 0.10%이었지만, 2011년의 경우 1.50%로써 다시 증가하였다(Fig. 4). 또한 발생 지역도 제주도 동부와 서부 지역에서 많았다(Fig. 5).

더뎅이병의 경우 2004년부터 2012년까지 9년간 평균 발생과율은 0.25%이었으며 2004년 0.72%로 가장 발생이

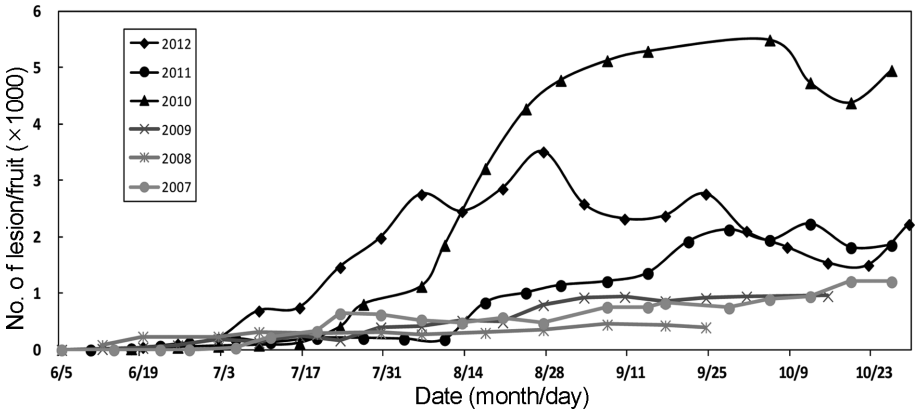

Fig. 7. Progressive curve of melanose disease incidence caused by *Diaporthe citri* from 2007 to 2012.

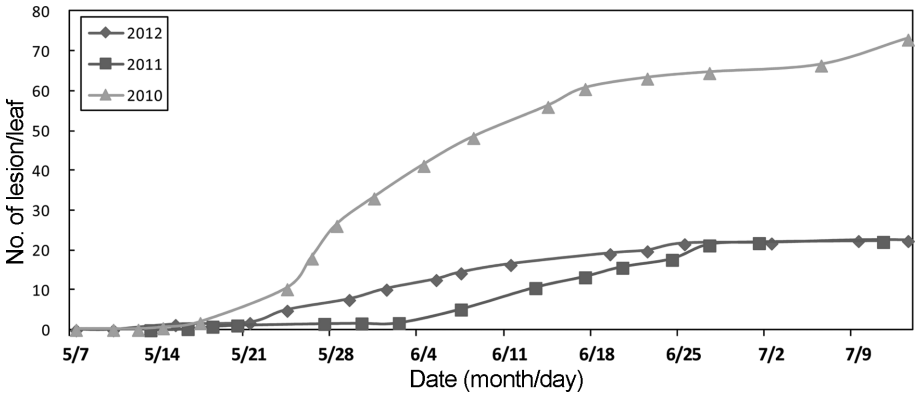

Fig. 8. Progressive curve of scab disease incidence caused by *Elsine fawcettii* from 2010 to 2012.

많았다가 점차 감소하여 2008년 0.08%로 발생이 가장 적었다(Fig. 6).

시기 별 병 진전 정도 조사. 감귤 과실에서의 검은점무늬병 진전 상황을 조사해 본 결과 2007년은 7월 중순, 9월 상순, 10월 중순에 병이 크게 진전되었다. 2008년에는 조사되어진 다른 해에 비하여 병 진전이 가장 적어 7월 상순과 8월 하순경에 병진전이 있었다. 2009년의 경우에는 7월 하순과 8월 하순에 병이 가장 많이 진전되었으며 2010에는 병 발생이 가장 많아 8월 상순에서 하순에 크게 발생하였다. 2011년에는 8월 중순과 9월 중순에, 그리고 2012년에는 7월 중순부터 8월 하순까지 병진전이 가장 많았다(Fig. 7). 미국 플로리다의 경우 검은점무늬병은 낙화기에서 여름까지 주로 발생하는 것으로 보고되고 있으며 자몽의 경우 과실 직경이 약 7에서 10 cm까지 병에 잘 걸리고 그 기간은 6월 하순에서 7월 상순이라고 보고되고 있다(Timmer과 Fucik, 1976). 최근 들어 6월 달 강우보다는 8월 중순 이후 강우 일수가 증가하고 있기 때문에 6월 상, 중순 방제의 중요성보다는 점차 8월 중하순 방제의 중요성이 증대되고 있다. 최근 3년간 더뎅이병 발생 진전 정도를 무방제 노지 온주밀감에서 조사해 본 결과 3년간 모두 5월 10일경에 첫 병징이 나타났으며, 이후 5월 하순에서 6월 중순사이에 급격히 증가하였다(Fig. 8). 이는 봄순에 첫 병징이 나타나고 여기에서 2차 감염이 이루어 진 것으로 판단된다. 궤양병의 경우 최근 3년간 발생 진전 정도를 무방제 노지에 심겨진 궤양병 감수성 품종인 하귤과 자몽에서 조사해 본 결과 2010년과 2011년의 경우 6월 중순경에 첫 병징이 나타나서 6월 하순까지 봄순에서 병이 진전되었다. 반면 2012년의 경우 5월 하순에 첫 병징이 나와 7월 상순까지 진전되었다(Fig. 9).

시기별 검은점무늬병 전염원 생성 정도. 감귤 재배 과원에서 죽은 가지에 생성된 병자각으로 부터 전염원인 병포자가 생성되는 시기는 5월 중순부터 발생하기 시작하여 9월 상, 중순까지 이어졌으며 주 발생 시기는 6월 하순부터 8월 상순경이었다(Fig. 10). 2006년의 경우 6월 상순부터 발생하기 시작하여 7월 중순에 최대로 생성되었으며, 2007년의 경우는 7월 상순에 최대로 생성된 후 8월 상순, 8월 하순에도 피크를 형성하였다. 2008년의 경우도 6월 하순에 최대로 발생한 후 8월 상순까지 그 밀

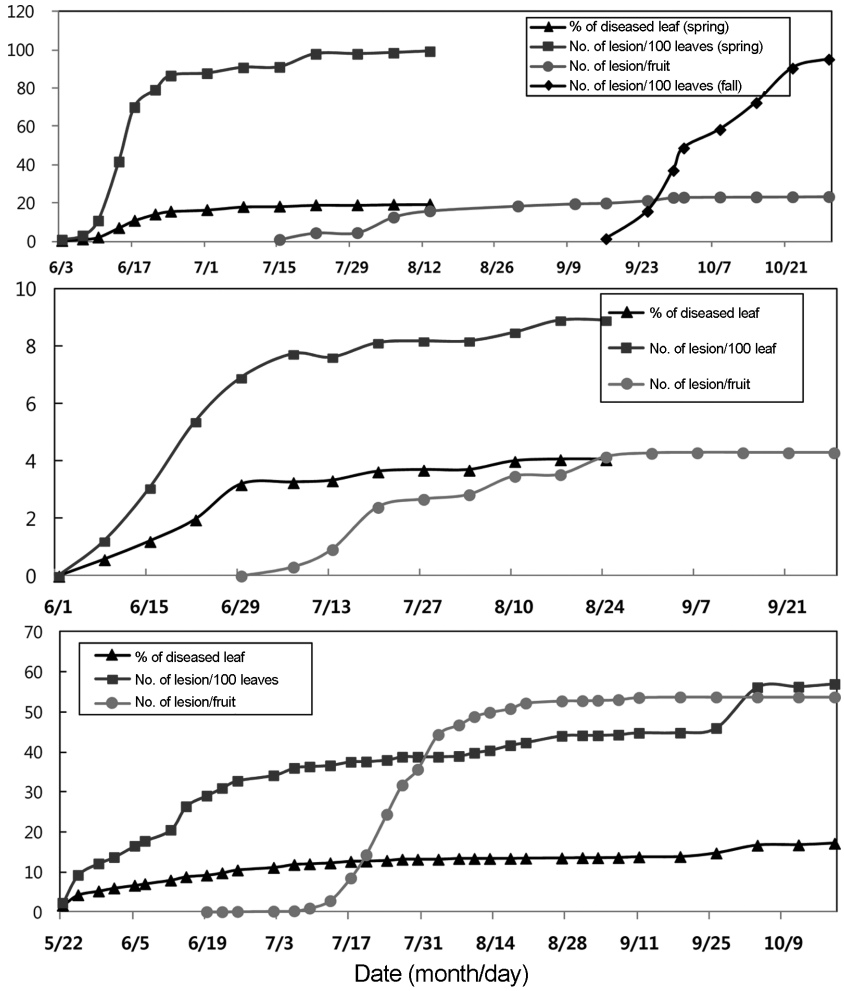

Fig. 9. Progressive curve of canker disease incidence caused by *Xanthomonas citri* subsp. *citri* from 2010 to 2012 (Upper : 2010, middle : 2011, lower : 2012).

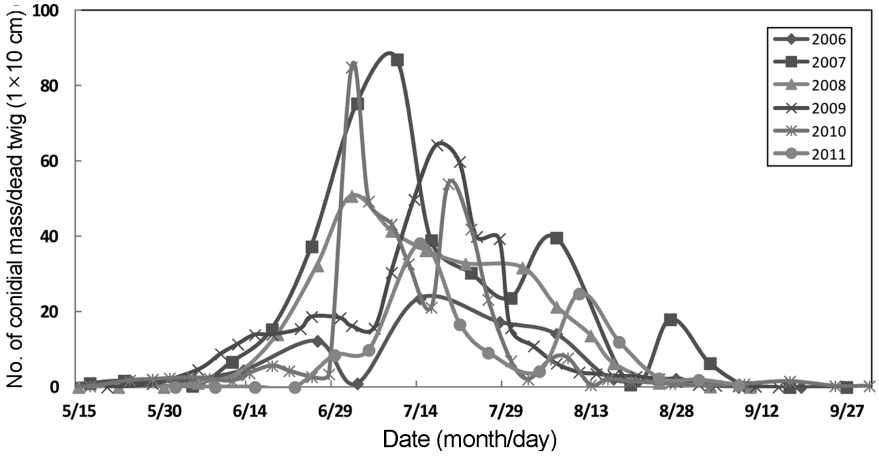

Fig. 10. Production of conidial mass of *Diaporthe citri* from citrus dead twig.

도를 유지하였고 2009년에는 7월 중순에서 하순에 최대의 피크를 이루었다. 2010년은 7월 상순경에 최대로 생성되었고 7월 하순에도 큰 발생 밀도를 보였다. 2011의 경우 2006년과 더불어 발생 밀도가 가장 적었으며 발생

시기도 다른 해에 비하여 10일 정도 늦은 7월 중순에 최대 발생 밀도를 보였다.

검은점무늬병 전염원은 포장에 있는 죽은 가지위에 생성된 병자각에서 생성된다(Whiteside, 2000). 검은점무늬병은 잎, 가지 및 과실에서 발생되지만 오래된 병반으로부터는 거의 분리가 되지 않으며 살아있는 조직에서 병자각을 형성하지 않고 대부분 죽은 가지에서만 포자를 생성한다(Davis과 Wilhite, 1983; Ruehle과 Kuntz, 1940; Whiteside, 2000). 미국 플로리다의 경우 검은점무늬병균의 병자각은 죽은 가지 직경이 3–5 mm이며 28ºC에서 생성이 가장 잘되며 실제 포장에서는 5월부터 8월까지 주로 생성된다고 보고되고 있다(Mondal 등, 2004). 또한 병자각 생성은 평균 온도 20ºC 이상의 누적 일수와 깊은 관련이 있었지만 강수량과는 크게 연관이 없다고 보고하였다(Mondal 등, 2007).

요 약

2003년도부터 감귤검은점무늬병에 걸린 과실율을 조사해 본 결과 2010년에 16.8%로써 가장 심하였으며 2005년에는 3.8%로써 가장 낮았고 10년간 평균 병든 과율은 8.8%이었다. 지역별로 최근 10년 동안 병든 과율을 비교해 보면 제주도 남동부, 동부지역에서 병 발생이 많았다. 또한 발병도를 조사해 본 결과 2003, 2004, 2007, 2010년 검은점무늬병 발병도가 각각 17.0, 22.6, 19.2, 18.9%로써 다른 해에 비하여 발병도가 높았다. 궤양병의 경우 2004년에 2.19% 발병하여 최근 들어 가장 많이 발생하였으며 그 이후로 급격히 줄어들어 2009년과 2010년의 경우 0.08와 0.10%이었지만, 2011년의 경우 1.50%로써 다시 증가하였으며 2004년부터 2012년까지 평균 발생율은 0.81%이었다. 또한 발생 지역도 제주도 동부와 서부지역에서 많았다. 더뎅이병의 경우 2004년부터 2012년까지 9년간 평균 발생과율은 0.25% 이었으며 2004년 0.72%로 가장 발생이 많았다. 감귤 과실에서의 검은점무늬병 진전 상황을 조사해 본 결과 해에 따라 약간씩 상이하지만 7월 하순부터 8월 하순까지 병 진전이 가장 많았다. 더뎅이병의 경우 5월 10일경에 첫 병징이 나타났으며 이후 5월 하순에서 6월 중순사이에 급격히 증가하였다. 궤양병의 경우 6월 중순경에 첫 병징이 나타나서 6월 하순까지 봄순에서 병이 진전되었다. 죽은 가지에서 검은점무늬병 전염원 주 발생 시기는 6월 하순부터 8월 상순경이었다.

Acknowledgement

This work was supported by the Research Program for Horticultural Science & Technology Development (Project No. PJ008536), National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

Davis, R. M. and Wilhite, H. S. 1983. Relationships between melanose incidence and dead wood in Texas grapefruit. *J. Rio Grande Val. Hortic. Soc.* 36: 41–49.

Hyun, J. W., Kim, D. W., Lee, S. C. and Kim, K. S. 2002. Citrus diseases. In: Compendium of Citrus Diseases and Pests. pp. 14–92, National Jeju Agricultural Experiment Station, RDA and Jeju Citrus Agricultural Grower's Cooperative, Jeju. (In Korean)

IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, p. 996, ed. by S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jeju Regional Meterological Administration. 2011. Report of Regional Climate Change, Jeju. 7180 pp. (In Korean)

Mondal, S. N., Agostini, J. P., Zhang, L. and Timmer, L. W. 2004. Factors affecting pycnidium production of *Diaporthe citri* on detached citrus twigs. *Plant Dis*. 88: 379–382.

Mondal, S. N., Vicent, A., Reis, R. F. and Timmer, L. W. 2007. Saprophytic colonization of citrus twigs by *Diaporthe citri* and factors affecting pycnidial production and conidial survival. *Plant Dis.* 91: 387–392.

National Institute of Meteorological Research. 2009. Understand of Climate Change II-Climate Change of the Korean Peninsula. 86 pp. (In Korean)

Ruehle, G. D. and Kuntz, W. A. 1940. Melanose of citrus and its commercial control. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin 349, 54 pp. University of Florida, Gainesville.

Timmer, L. W. and Fucik, J. E. 1976. The relationship of rainfall distribution, fruit growth and fungicide application to the incidence of melanose of grapefruit in Texas. *Plant Dis. Rep.* 60: 565–568.

Whiteside, J. O. 2000. Melanose. In: Compendium of Citrus Diseases. 2nd ed., ed. by L. W. Timmer, S. M. Garnsey, and J. H. Graham, pp. 28–29, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.