

# 그린키위 품종 헤이워드와 골드키위 품종 해금의 주요 병 발병률

## Incidence Rates of Major Diseases on Green-Fleshed Kiwifruit cv. Hayward and Yellow-Fleshed Kiwifruit cv. Haegeum

### \*Corresponding author


Tel: +82-61-750-3865

Fax: +82-61-750-3208

E-mail: [youngjin@sunchon.ac.kr](mailto:youngjin@sunchon.ac.kr)

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-3013-1154>

김경희 · 고영진 

순천대학교 식물외과과

Gyoung Hee Kim and Young Jin Koh 

Department of Plant Medicine, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

Incidence rates of bacterial canker, bacterial leaf spot and postharvest fruit rot on the Korean yellow-fleshed kiwifruit cv. Haegeum were compared with those on the most popular green-fleshed kiwifruit cv. Hayward grown in several naturally infected kiwifruit orchards in 2013 and 2014. The percentages of diseased leaves caused by bacterial canker were 18.5% and 17.3% on Hayward in 2013 and 2014, but those on Haegeum were 1.2% and 0%, respectively. The percentages of diseased leaves caused by bacterial leaf spot on Hayward were 63.5% and 16.2% in 2013 and 2014, respectively, but no bacterial leaf spots were observed on Haegeum in both years. The average percentages of diseased fruits caused by postharvest fruit rot were 24.2% and 20.5% on Hayward in 2013 and 2014, while 6.3% and 4.4% and Haegeum, respectively. *Botryosphaeria dothidea* was turned out to be the major pathogen of postharvest fruit rot on both cultivars.

**Keywords:** Bacterial canker, Bacterial leaf spot, Fruit rot, Kiwifruit

Received July 27, 2018

Revised August 11, 2018

Accepted August 13, 2018

## 서론

양다래 또는 참다래라고도 불리우는 키위(kiwifruit, Chinese gooseberry)는 한반도 남단에서 1,300 ha 정도 재배되고 있는 경제적으로 중요한 아열대 과수인데 상업적으로 재배되는 키위 품종은 녹색 과육을 가진 그린키위(*Actinidia deliciosa*)와 황색 과육을 가진 골드키위(*A. chinensis*)로 대별된다. 대표적인 그린키위 품종인 헤이워드는 1970년대 후반에 뉴질랜드로부터 국내로 도입되어 전남, 경남, 제주지역에서 800 ha 정도 재배되고 있다. 대표적인 골드키위 품종인 해금은 2010년도에 보급되

기 시작하여 전남지역을 중심으로 160 ha 정도 재배되고 있다. 최근에는 당도가 높은 골드키위 품종을 선호하는 소비자의 수요 증대에 따라 해금을 비롯하여 국내외에서 육성된 골드키위 품종 재배면적은 국내 전체 키위 재배 면적의 40%를 차지할 만큼 급격하게 증가하였다(Kim 등, 2017; Koh 등, 2017).

국내에서 40년 동안 재배되어 온 헤이워드 품종에서는 다양한 병해가 발생하여 크고 작은 피해를 주고 있는 것으로 보고되었다(The Korean Society of Plant Pathology, 2009). 그러나 골드키위 품종은 재배 역사가 10년 정도로 짧음에도 불구하고 생육기간에는 궤양병, 세균성점무늬병 등 앞에 발생하는 주요 병에 대해 취약하고 수확 후 후숙 중에 발생하는 과실무름병에도 취약한 것으로 알려졌다(Koh, 2008, 2014). 그럼에도 불구하고 국내에서 육성되어 헤이워드 품종 다음으로 재배면적이 넓

### Research in Plant Disease

pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

[www.online-rpd.org](http://www.online-rpd.org)

은 해금 품종에서는 재배 농민들 사이에서 아직까지 이러한 병해에 의한 피해가 크지 않다고 알려져 있지만 학술적으로 조사된 바는 없다.

괘양병은 키위나무를 죽이거나 과수원을 폐원에 이르게 할 만큼 키위 재배에서 가장 치명적인 피해를 주는 병이다(Koh, 2014). 1980년대 후반 제주도에서 처음 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 2 (Psa2)에 의한 괘양병이 발생하기 시작하였고(Kim 등, 2017), biovar 3 (Psa3)에 의한 괘양병은 2011년 전남 고흥에서 처음 발견된 후 2014년부터 제주도와 경남지역에서 창궐하고 있다(Kim 등, 2016a, 2016b). 그러나 전국 키위재배면적의 45%를 차지하고 있을 만큼 키위 재배면적이 넓은 전남지역에서는 주로 Psa2에 의한 괘양병이 창궐하고 있다(Kim 등, 2017).

*Acidovorax valerianellae*에 의한 세균성점무늬병은 괘양병처럼 키위나무에 치명적인 피해를 주지도 않고 키위 재배지 전역에서 창궐하지도 않지만 재배 지역별로 일부 골드키위 품종에서는 돌발하여 적정 방제시기를 놓칠 경우에는 수확을 할 수 없을 만큼 커다란 피해를 주기도 한다(Kim과 Koh, 2018a; Koh, 2008, 2014).

한편 주로 *Botryosphaeria dothidea*를 비롯하여 몇 가지 저장병균에 의해 발생하는 과실무름병은 키위 수확 후 발생하는 저장병 중에서 가장 피해를 많이 주는 병인데 무방제 과수원에서는 60% 이상의 발병과율을 나타낼 만큼 발병이 심하고 국내 키위 재배지 전역에서 발생하면서 해마다 발병률이 증가하는 추세이다(Kim과 Koh, 2018b; Koh 등, 2003, 2005).

따라서 이 연구는 헤이워드와 더불어 해금 품종이 많이 재배되고 있는 전남지역에서 주로 생육기에 발생하는 괘양병과 세균성점무늬병, 그리고 수확 후 후숙 중에 발생하는 과실무름병의 발병률을 조사함으로써 주요 병에 대한 헤이워드와 해금 품종의 저항성 정도를 비교하기 위하여 수행되었다.

## 재료 및 방법

**조사 품종 및 대상 병해.** 국내에서 가장 많이 재배하는 그린키위 품종인 헤이워드와 골드키위 품종인 해금을 함께 재배하는 과수원을 선정하여 각각 자연감염에 의해 발생한 괘양병과 세균성점무늬병 발병률을 2013년과 2014년 발병 최성기에 조사하였다. 또한 헤이워드와 해금 품종을 관행방식으로 함께 재배하는 네 과수원을 선정하여 2013년과 2014년 수확한 과실에서 과실무름병의 발병률을 조사하였다.

**괘양병 발병률 조사.** 2013년 5월 31일 전남 보성군 조성면

귀산리에 있는 괘양병에 자연감염된 무방제 과수원에서 괘양병 발병률을 조사하였다. 농장주가 3년전 이 과수원을 매입했을 때부터 이미 괘양병에 의해 17년생 헤이워드 품종 100여 주중에 40여 주가 고사하였고 그 자리에 해금 품종 묘목을 보식하여 재배하고 있었다. 따라서 20년생 헤이워드와 4년생 해금 품종 각각 20주씩을 임의로 선발하여 각 주당 동서남북 방향으로 50엽씩 총 200엽에 발생하는 괘양병 병반 발생 유무를 확인하여 발병엽률로써 발병률을 조사하였다.

2014년에는 전년도에 조사한 과수원 농장주가 괘양병이 심하게 발생한 헤이워드 품종 대부분을 다른 품종으로 갱신하고 약제방제를 함에 따라 1 km 정도 떨어져 있는 과수원에서 괘양병 발병률을 조사하였다. 이 과수원에도 3-4년 전부터 괘양병이 발생하기 시작하였지만 유기재배 상태로 15년생 헤이워드 품종 70여 주와 3년생 해금 품종 20여 주를 재배하고 있었다. 따라서 2014년 6월 6일에 각 품종당 20주씩을 임의로 선발하여 앞서 기술한 방법으로 괘양병 발병률을 조사하였다.

**세균성점무늬병 발병률 조사.** 2013년과 2014년 모두 전남 보성군 벌교읍 징광리에세균성점무늬병이 자연발병된 과수원에서 세균성점무늬병의 발병률을 조사하였다. 이 과수원에는 15년생 헤이워드 품종 300여주가 식재되어 있었는데, 4년전 헤이워드 품종 나무의 절반에는 해금 품종을 고접한 상태였다. 2013년 장마기인 6월 하순경에 세균성점무늬병이 자연감염에 의해 돌발하여 매우 빠르게 확산되면서 만연하자 농장주로부터 긴급진단을 의뢰받았다. 병해조사를 위해 7월 5일에 과수원을 방문하여 헤이워드와 해금 품종 각각 20주씩을 임의로 선발하여 각 주당 동서남북 방향으로 50엽씩 총 200엽에 발생하는 세균성점무늬병 병반 유무를 확인하여 발병엽률로써 발병률을 조사하였다. 2014년 7월 21일 같은 과수원에서 앞서 기술한 방법으로 세균성점무늬병의 발병률을 조사하였다.

**병원세균 분리 및 진단.** 앞서 2013년과 2014년에 헤이워드와 해금 품종에서 육안으로 괘양병과 세균성점무늬병 발병률을 조사한 과수원에서 각각의 병으로 육안진단한 병반으로부터 병원세균을 분리하여 괘양병과 세균성점무늬병인지 여부를 확인하였다. 특히 괘양병으로 진단한 경우에 biovar 종류를 정밀진단하기 위하여 각 과수원에서 임의로 병든 잎들을 채취하여 병원세균을 분리하고 Koh 등(2014)과 Lee 등(2016)이 개발한 PCR 방법을 이용하여 Psa 여부 및 Psa인 경우에 biovar를 판별하였다.

**과실무름병 발병률 조사.** 2013년 12월 11일과 2014년 12월

20일 전남 보성군 조성면 귀산리에서 15-25년생 헤이워드 품종 나무 일부에 3-5년생 해금 품종을 고접하여 재배하는 과수원 네 곳으로부터 수확한 과실에서 과실무름병의 발병률을 조사하였다. 관행방식으로 키위를 재배하고 있는 각 과수원에서 수확한 과실 200개씩을 수거하여 비닐봉지에 넣고 3주 정도 상온에서 후숙을 시킨 후 과실에서 나타나는 과실무름병 외부병징과 내부병징을 관찰하여 발병과율로써 발병률을 조사하였다.

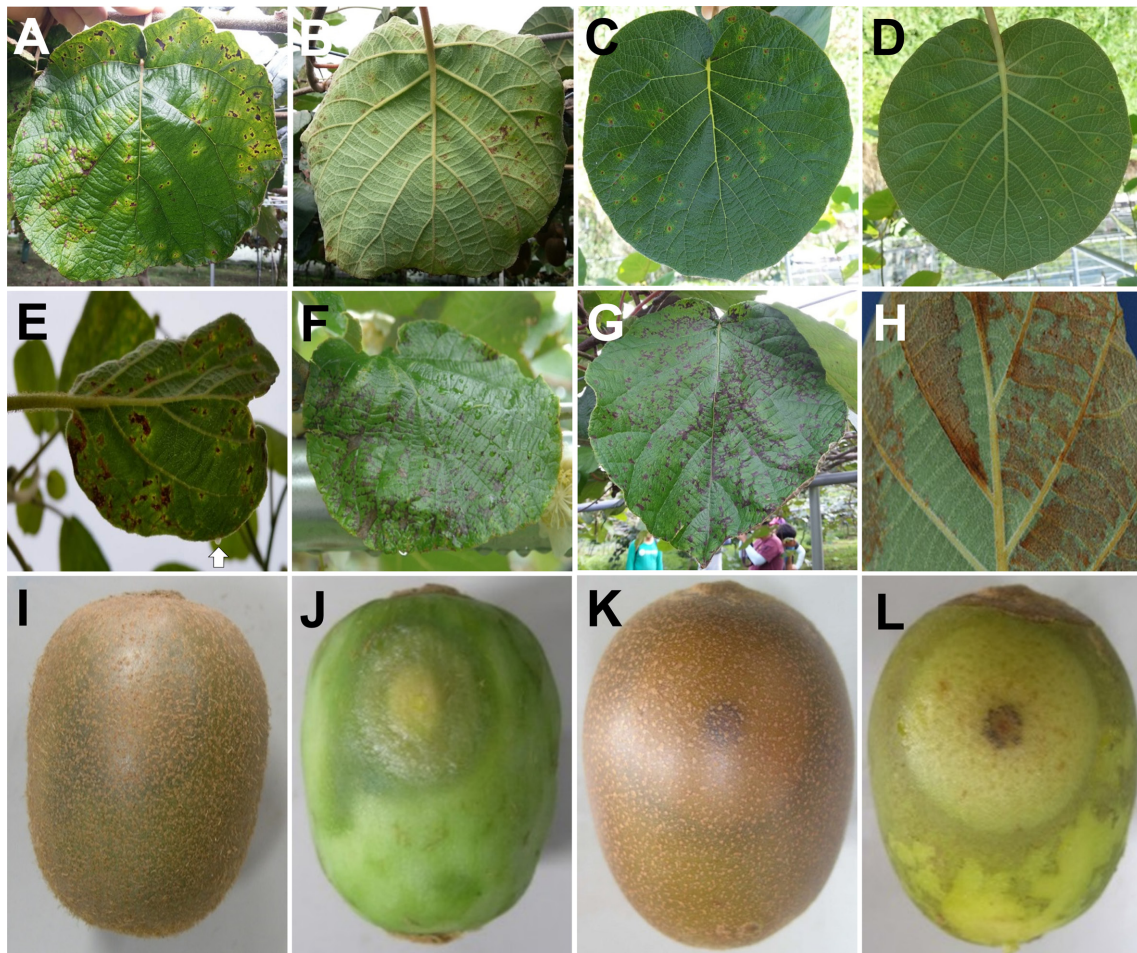
**과실무름병균 분리 및 진단.** 2013년 과실무름병 발병률을 조사한 과실에서 과실무름병 병징을 나타내는 과육조직절편을 잘라내어 감자한천배지에 치상한 후 자라는 균총을 순수 배양하고 단포자를 분리한 후 병원균의 형태적 특징을 관찰하여

과실무름병균을 동정하고 병원균별 검출률을 조사하였다.

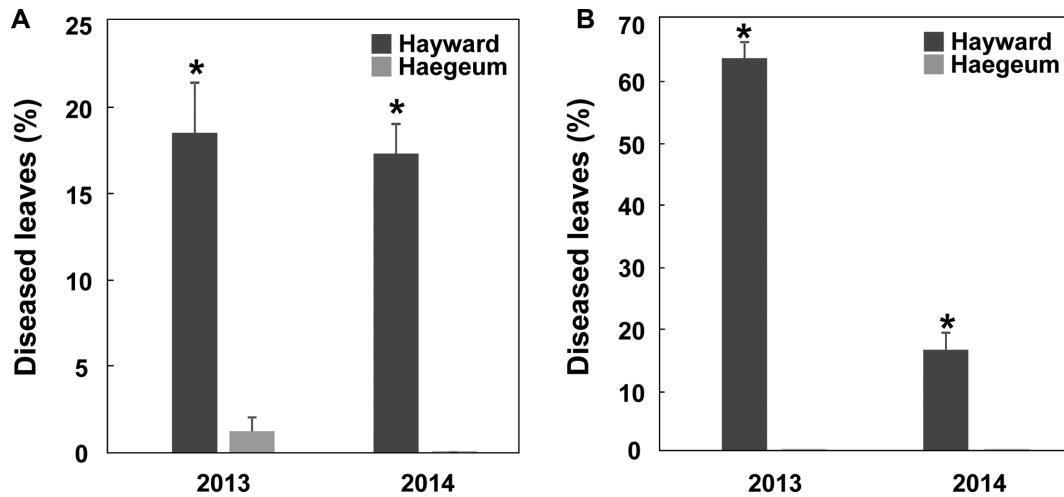
**통계분석.** 2013년과 2014년 헤이워드와 해금 품종에서 발생한 궤양병, 세균성점무늬병과 과실무름병의 발병률 차이를 검정하기 위해 Student's t-test를 실시하였고 통계상의 유의수준은  $p < 0.001$ 로 수행하였다.

### 결과 및 고찰

**궤양병 발병율.** Psa에 의해 발생하는 궤양병은 잎에 특이적인 연두색 테두리를 가진 점무늬 증상을 일으키는데(Fig. 1A-D). 궤양병 병반이 있는 잎 표면이나 뒷면에 투명한 세균유출액이 흘러내리기도 한다(Fig. 1E). 기상조건이 습하거나 장마철



**Fig. 1.** Symptoms of bacterial canker, bacterial leaf spot and postharvest fruit rot on green-fleshed kiwifruit cv. Hayward and yellow-fleshed kiwifruit cv. Haegeum. (A, B) halo spots caused by bacterial canker on the upper and reverse sides of leaf on Hayward; (C, D) halo spots caused by bacterial canker on the upper and reverse side of leaf on Haegeum; (E) bacterial ooze from halo spot on Hayward; (F) angular spots caused by bacterial canker on the upper side of leaf on Hayward; (G) bacterial leaf spot symptom on the upper side of leaf on Hayward; (H) bacterial ooze from bacterial leaf spot on the reverse side of leaf on Hayward; (I, J) external and internal symptoms of ripe rot on Hayward; (K, L) external and internal symptoms of ripe rot on Haegeum.



**Fig. 2.** Incidence of bacterial canker (A) and bacterial leaf spot (B) on green-fleshed kiwifruit cv. Hayward and yellow-fleshed kiwifruit cv. Heageum. Bacterial canker was investigated at two naturally infected orchards, one in 2013 and the other in 2014, respectively and bacterial leaf spot was investigated at a naturally infected orchard in two consecutive year 2013 and 2014, respectively. Incidence rates are expressed as proportion of diseased leaves. Bars represent mean values among 20 replicate trees each. Error bars represent standard deviations. Asterisk denotes significance of  $p < 0.001$  between cv. Hayward and cv. Heageum at each year as determined by the Student's t-test.

처럼 비가 자주 내리는 경우에는 연두색 테두리가 없는 급성형 점무늬 증상을 일으키는데 급성형 궤양병 병반은 육안으로 세균성점무늬병 병반과 거의 구별할 수가 없을 만큼 유사하다(Fig. 1F) (Kim과 Koh, 2018a; Lee 등, 2013). 따라서 2013년과 2014년에 궤양병 발병률을 조사한 두 과수원에서 조사한 증상이 궤양병인지 여부를 확인하기 위하여 병든 잎을 채집하여 Koh 등(2014)과 Lee 등(2016)의 방법으로 진단한 결과 모든 병반에서 Psa만 검출되었으며, Psa biovar 중에서는 Psa2로 동정되었다.

따라서 2013년 궤양병균 Psa2에 의해 자연감염된 키위 과수원에서 조사한 헤이워드와 해금 품종에서 궤양병 발병엽률은 각각 18.5%와 1.2%인 반면에 2014년 궤양병균 Psa2에 의해 자연감염된 키위 과수원에서는 헤이워드 품종에서 궤양병 발병엽률이 17.3%였지만 해금 품종에서는 궤양병이 전혀 발생하지 않았다(Fig. 2A). 또한 2013년 조사한 키위 과수원에서 해금 품종에서 1.2%의 궤양병이 발생되었지만 Fig. 1에서 볼 수 있듯이 해금 품종에서 엽당 평균 병반수가 헤이워드 품종에 비해서 극히 적을 뿐만 아니라, 엽당 평균 병반크기도 헤이워드 품종에 비해서 매우 작았다.

대부분의 식물은 생육에 따라 병저항성이 유도되고 저항성 정도는 식물의 나이에 따라 달라지고(Develey-Rivière와 Galiana, 2007), 성숙한 과실이나 잎 조직은 어린 조직에 비해 식물병원세균에 대해 더 저항성을 나타낸다(Jones 등, 1985; Vernière 등, 2003). *Actinidia*속 식물에서도 오래된 잎이 어린 잎에 비해서 더 저항성이라고 보고되었다(Tyson 등, 2015). 이 조

사에서 해금과 헤이워드 품종의 나이가 같지 않아 저항성 수준의 차이를 정밀하게 추정할 수 없는 한계가 있지만 헤이워드 품종보다 훨씬 어린 해금 품종에서 월등하게 낮은 궤양병 발병률을 나타낸다는 사실은 해금 품종이 헤이워드 품종에 비해서 궤양병균 Psa2에 대해 높은 양적저항성을 나타낸다는 것을 유추할 수 있다.

한편 궤양병균 Psa3는 2014년부터 제주도와 경남지역에서 창궐하고 있는 반면에 국내에서 해금 품종이 주로 보급되어 재배되고 있는 전남지역에서는 해금 이외의 품종이 재배되고 있는 극히 일부 과수원에서만 검출되고 대부분의 과수원에서는 궤양병균 Psa2가 주로 분포하고 있다(Kim 등, 2016a, 2016b). 따라서 전남지역에서 궤양병균 Psa2에 양적저항성을 나타내는 해금 품종을 재배할 경우에 궤양병 피해를 극복하는데 기여할 것으로 기대된다(Kim 등, 2017). 그러나 궤양병균 Psa3는 주로 골드키위 품종에 강한 병원성을 나타내는 것으로 알려져 있기 때문에 향후 전남지역에서 궤양병균 Psa3의 만연에 대비하여 Psa3에 대한 해금 품종의 저항성 또는 감수성 정도도 조사되어야 할 것이다.

**세균성점무늬병 발병율.** 세균성점무늬병은 앞서 기술한 급성형 궤양병 병반처럼 잎에 크고 작은 갈색 무늬 증상을 일으킨다(Fig. 1G). 장마철처럼 매우 과습한 조건에서는 세균성점무늬병 병반이 있는 잎 뒷면에 투명하거나 붉은색 세균유출액이 흘러내리기도 한다(Fig. 1H). 이러한 세균성점무늬병의 전형적인 병징은 때때로 급성형 궤양병 병징(Fig. 1F)과 육안으로 구분

하기 어려울 때가 있다. 따라서 2013년과 2014년에 세균성점무늬병 발병양상을 조사한 과수원에서 잎에 나타난 증상이 세균성점무늬병인지 여부를 확인하기 위하여 병든 잎을 채집하여 Koh 등(2014)과 Lee 등(2016)의 방법으로 진단한 결과 모든 병반에서 Psa가 검출되지 않고 전형적인 *A. valerianellae*만 검출되어 세균성점무늬병임을 확진하였다.

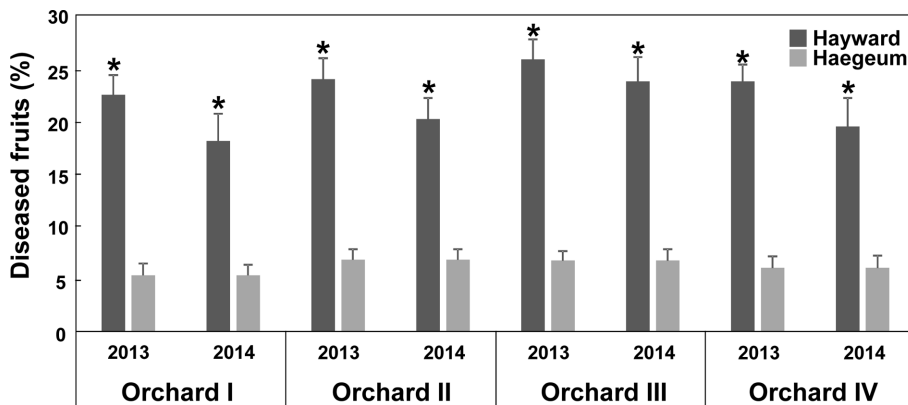
따라서 2013년 세균성점무늬병에 의해 자연감염된 과수원에서 조사한 헤이워드 품종에서 세균성점무늬병의 발병엽률이 63.5%였고, 2014년 같은 과수원에서 조사한 헤이워드 품종에서 세균성점무늬병 발병률은 16.2%였다(Fig. 2B). 2013년에 비해 2014년에 헤이워드 품종에서 세균성점무늬병 발병률이 낮은 원인은 2013년 세균성점무늬병의 발병엽률이 60%가 넘을 만큼 발생이 심하자 2014년에는 농장주가 발병초기인 6월 30일부터 10일 간격으로 두 차례 퀴놀론계 항생제인 옥솔린산 수화제를 살포하여 방제를 했기 때문이었다. 그러나 2013년 무방제인 경우와 2014년 약제방제를 한 경우에 모두 해금 품종에서는 전혀 세균성점무늬병이 발생하지 않았다.

*A. valerianellae*에 의한 세균성점무늬병은 지금까지는 우리나라에서만 발생하는 것으로 보고되었다(Lee 등, 2013). 세균성점무늬병은 그린키위(*A. deliciosa*) 품종보다도 골드키위(*A. chinensis*) 품종에서 발생이 심하다. 특히 골드키위 품종의 일종이지만 과육 중심부가 붉은색으로 착색되는 레드키위 품종인 홍양에는 피해가 매우 심하다. 홍양 품종을 재배하는 일부 농가에서는 장마철부터 발생하기 시작한 세균성점무늬병이 창궐하여 여름철에 조기낙엽되기 때문에 과실이 비대해지지 않고 착색도 되지 않아 정상적인 과실을 전혀 수확하지 못할 정도로 피해가 막심한 경우도 있다.

비록 세균성점무늬병이 궤양병처럼 발병 과수원에서 근처

과수원으로 쉽게 전염되거나 같은 과수원에서 매년 되풀이되는 경우는 드물지만 과수원내에서는 나무와 나무사이에 키위 나무 덩굴이 덕(pergola) 위에서 엉켜 자라는 특성 때문에 *A. valerianellae*의 전파가 대단히 용이하다. 특히 *A. valerianellae*는 빗물이나 비바람에 의해 주로 전파되기 때문에 비가림재배에서보다는 노지재배에서 세균성점무늬병의 발생과 피해가 심하다. 해금 품종을 주로 재배하는 전남지역에서는 비가림재배가 거의 없고 대부분의 과수원이 노지재배이거나 파풍망재배이기 때문에 세균성점무늬병 발생 및 피해 우려가 클 수밖에 없다. 그러나 이 조사에서 볼 수 있듯이 해금 품종이 세균성점무늬병에 대해 고도 저항성을 나타내기 때문에 해금 품종은 노지재배에서 취약한 궤양병과 더불어 전남지역에서 세균성점무늬병 피해를 극복하는데도 기여할 것으로 기대된다.

**과실무름병 발병율.** 키위 과실을 수확한 후 유통 및 소비 과정에서 후숙되는 동안에 발생하는 대표적인 저장병으로 *B. dothidea*에 의해 발생하는 과실무름병은 외부병징이 뚜렷하지 않은 경우도 있지만 과실표면을 엄지손가락으로 살짝 누른 자국 같은 부위에 표피를 벗겨보면 진한 초록색 가장자리를 가진 열은 갈색 원형 또는 타원형 병반을 형성한다(Fig. 1I-L). 일부 과실에서는 꼭지부분이나 배꼽부분부터 하얀 균사가 자라나면서 무름증상을 나타내기도 한다(Lee 등, 2001). 2013년 네 과수원에서 수집한 과실무름병 평균 발병과율은 헤이워드와 해금 품종에서 각각 24.2%와 6.3%였으며, 2014년 과실무름병 평균 발병과율은 헤이워드와 해금 품종에서 각각 20.5%와 4.4%였다(Fig. 3). 이러한 결과는 2000년 전남지역 8개 과수원에서 수확한 헤이워드 품종에서 발생한 과실무름병 평균 발병과율 42.0%에 비해 2013년과 2014년에 훨씬 낮은 과실무름병 발병



**Fig. 3.** Incidence of postharvest fruit rot on green-fleshed kiwifruit cv. Hayward and yellow-fleshed kiwifruit cv. Heageum harvested at four naturally infected orchards in two consecutive year 2013 and 2014, respectively. Incidence rates are expressed as proportion of diseased fruits. Bars represent mean values among 200 replicate fruits each. Error bars represent standard deviations. Asterisk denotes significance of  $p < 0.001$  between cv. Hayward and cv. Heageum at each year as determined by the Student's t-test.

**Table 1.** Detection rates of major fungal pathogens causing fruit rot on green-fleshed kiwifruit cv. Hayward and yellow-fleshed kiwifruit cv. Haegeum harvested at four naturally infected orchards in 2013

Cultivar	% Detection of major fungal pathogens		
	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>Diaporthe actinidiae</i>	Others <sup>a</sup>
Hayward	81.4	14.6	4.0
Haegeum	84.9	9.7	5.4

<sup>a</sup>*Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Phoma* sp., etc. were also detected.

를 보였는데 과거에 비해 대부분 키위 재배 농가에서는 과실 무름병 방제의 중요성을 인식하여 방제노력을 많이 하고 있기 때문에 추정된다(Koh 등, 2005).

한편 2013년 과실무름병을 일으키는 병원균을 검출한 결과 헤이워드와 해금 품종에서 과숙썩음 증상을 일으키는 *B. dothidea* 검출률이 각각 81.4%와 84.9%인 반면에 꼭지썩음 증상을 일으키는 *Diaporthe actinidiae* 검출률은 각각 14.6%와 9.7%였으며, *Botrytis cinerea*를 비롯하여 기타 병원균 검출률이 각각 4.0%와 5.4%였다(Table 1). 이러한 결과는 2000년 전남지역 8개 과수원에서 수확한 헤이워드 품종에서 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*가 각각 79.7%와 14.2%씩 검출된 결과와 거의 일치한다(Koh 등, 2005).

키위나무 생육기간동안 앞에 발생하는 궤양병이나 세균성점무늬병은 키위 과실에는 직접적으로 영향을 주지 않는다. 반면에 *B. dothidea*를 비롯한 주요 과실무름병균은 키위나무 생육기간 동안에 감염을 일으키지만 거의 발병을 하지 않고 잠복기간을 거쳐 저장 후 유통 및 소비 과정에서 불쾌한 냄새를 풍기거나 과육의 품질을 떨어뜨림으로써 과실의 저장 기간을 직접적으로 감소시키기 때문에 수확 후 과실에 치명적인 피해를 준다(Manning 등, 2003; Pennycook, 1985).

흥미롭게도 Hort16A와 같은 골드키위 품종과 홍양과 같은 레드키위 품종은 그린키위 품종인 헤이워드와 비교하여 과실무름병에 대해 훨씬 더 취약하다. 그럼에도 불구하고 이 조사에서 볼 수 있듯이 헤이워드 품종에서 과실무름병 발병과율보다 해금 품종에서 과실무름병 발병과율이 1/4 수준 이하로 낮게 나타난 원인에 대하여 추가 분석이 필요하지만 키위 재배 농민들에게 경제적으로 중요한 의미를 부여한다. 키위 소비자들이 선호하기 시작한 골드키위 가격이 그린키위 가격보다 높음에도 불구하고 골드키위 품종인 해금이 그린키위 품종인 헤이워드보다 과실무름병에 강하기 때문에 키위재배농가 소득증대에 기여할 것으로 전망된다.

## 요 약

2013년과 2014년 자연감염된 과수원에서 재배되는 국산 골드키위 품종인 해금에서 발생하는 궤양병, 세균성점무늬병과 과실무름병의 발병률을 그린키위 품종인 헤이워드와 비교하였다. 2013년과 2014년 *P. syringae* pv. *actinidiae* biovar 2 (Psa2)에 자연감염된 키위 과수원에서 함께 재배되고 있는 헤이워드 품종에서 궤양병 발병률은 각각 18.5%와 17.3%인 반면에 해금 품종에서 궤양병 발병률은 1.2%와 0%였다. 2013년과 2014년 *A. valerianellae*에 의한 세균성점무늬병 발병률은 63.5%와 16.2%였으나 해금 품종에서는 전혀 발병되지 않았다. 2013년 관행방식에 의해 함께 재배되고 있는 과수원에서 헤이워드와 해금 품종에서 과실무름병 평균 발병률은 각각 24.2%와 6.3%였으며 2014년에는 각각 20.5%와 4.4%였다. 두 품종 모두에서 과실무름병을 일으키는 가장 중요한 병원균은 *B. dothidea*로 확인되었다.

## Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## Acknowledgments

This paper was supported by Suncheon National University Research Fund III in 2018.

## References

- Develey-Rivière, M. P. and Galiana, E. 2007. Resistance to pathogens and host developmental stage: a multifaceted relationship within the plant kingdom. *New Phytol.* 175: 405-416.
- Jones, J. B., Chase, A. R., Harbaugh, B. K. and Raju, B. C. 1985. Effect of leaf wetness, fertilizer rate, leaf age, and light intensity before inoculation on bacterial leaf-spot of *Chrysanthemum*. *Plant Dis.* 69: 782-784.
- Kim, G. H., Choi, E. D., Lee, Y. S., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2016a. Spread of bacterial canker of kiwifruit by secondary infection of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3 in Gyeongnam in 2016. *Res Plant Dis.* 22: 276-283. (In Korean)
- Kim, G. H., Kim, K. H., Son, K. I., Choi, E. D., Lee, Y. S., Jung, J. S. et al. 2016b. Outbreak and spread of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3 in Korea. *Plant Pathol. J.* 32: 545-551.
- Kim, G. H., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2017. Occurrence and epidemics of bacterial canker of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 33: 351-

- 361.
- Kim, G. H. and Koh, Y. J. 2018a. Diagnosis and control of major leaf diseases on kiwifruit in Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 1-8. (In Korean)
- Kim, G. H. and Koh, Y. J. 2018b. Diagnosis and integrated management of major fungal fruit rots on kiwifruit in Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 113-122.
- Koh, H. S., Kim, G. H., Lee, Y. S., Koh, Y. J. and Jung, J. S. 2014. Molecular characteristics of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* strains isolated in Korea and a multiplex PCR assay for haplotype differentiation. *Plant Pathol. J.* 30: 96-101.
- Koh, Y. J., Lee, J. G., Lee, D. H. and Hur, J. S. 2003. *Botryosphaeria dothidea*, the causal organism of ripe rot of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 227-230.
- Koh, Y. J., Hur, J. S. and Jung, J. S. 2005. Postharvest fruit rots of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in Korea. *New Zeal. J. Crop. Hort. Sci.* 33: 303-310.
- Koh, Y. J. 2008. Understandable Diseases, Pests and Physiological Disorders of Kiwifruit. Joongang Life Publishing Co., Seoul, Korea. 149 pp. (In Korean)
- Koh, Y. J. 2014. Battling Bacterial Canker of Kiwifruit. Hapdong. 279 pp. (In Korean)
- Koh, Y. J., Kim G. H. and Jung, J. S. 2017. A proposed manual for the efficient management of kiwifruit bacterial canker in Korea. *Res. Plant Dis.* 23: 1-18. (In Korean)
- Lee, J. G., Lee, D. H., Park, S. Y., Hur, J. S. and Koh, Y. J. 2001. First report of *Diaporthe actinideae*, the causal organism of stem-end rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 110-113.
- Lee, Y. S., Kim, G. H., Koh, H. S., Park, J. E., Koh, Y. J. and Jung J. S. 2013. Bacterial leaf spot disease on kiwifruit cultivars 'Hayward' and 'Hort16A' caused by *Acidovorax valerianellae* in Korea. *Acta Phytopathol. Sinica* 43: 423.
- Lee, Y. S., Kim, G. H., Koh, Y. J., Zhuang, Q. and Jung, J. S. 2016. Development of specific markers for identification of biovars 1 and 2 strains of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Plant Pathol. J.* 32: 162-167.
- Manning, M. A., Meier, X., Olsen, T. L. and Johnston, P. R. 2003. Fungi associated with fruit rots of *Actinidia chinensis* 'Hort16A' in New Zealand. *New Zeal. J. Crop. Hort. Sci.* 31: 315-324.
- Pennycook, S. R. 1985. Fungal fruit rots of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit). *New Zeal. J. Exp. Agric.* 13: 289-299.
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of Plant Diseases in Korea. The Korean Society of Plant Pathology. 853 pp. (In Korean)
- Tyson, J. L., Horner, I. J., Curtis, C. L., Blackmore, A. and Manning, M. A. 2015. Influence of leaf age on infection of *Actinidia* species by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *New Zeal. Plant Prot.* 68: 328-331.
- Vernière, C. J., Gottwald, T. R. and Pruvost, O. 2003. Disease development and symptom expression of *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* in various citrus plant tissues. *Phytopathology* 93: 832-843.