

## 외래침입 병원체에 의한 작물 병 발생 및 분포

조원대\* · 홍성기 · 김완규<sup>1</sup> · 지형진<sup>2</sup> · 이영기 · 최홍수 · 김충희<sup>3</sup>

농촌진흥청 농업과학기술원 식물병리과, <sup>1</sup>응용미생물과, <sup>2</sup>친환경농업과, <sup>3</sup>환경생태과

### Occurrence and Distribution of Crop Diseases Caused by Invasive Alien Pathogens in Korea

Weon Dae Cho\*, Sung Kee Hong, Wan Gyu Kim<sup>1</sup>, Hyeong Jin Jee<sup>2</sup>, Young Kee Lee, Hong Soo Choi and Chung Hoe Kim<sup>3</sup>

Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAS), Rural Development Administration (RDA), Suwon 441-707, Korea

<sup>1</sup>Applied Microbiology Division, NIAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>2</sup>Organic Farming Technology Division, NIAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

<sup>3</sup>Environment and Ecology Division, NIAS, RDA, Suwon 441-707, Korea

(Received on May 5, 2005)

Occurrence and distribution of crop diseases caused by invasive alien pathogens were surveyed in Korea from 2001 to 2003. Of 22 species of invasive alien pathogens surveyed, 18 species were found on their host plants but 4 species were not. Scientific names of the alien plant pathogens introduced into Korea in the past were reviewed. Revised scientific names of 10 species including anthracnose pathogens were amended in the list. Host ranges of invasive alien pathogens were investigated. Eight species of the invasive alien pathogens were found on new host plants as well as their host plants recorded in the past.

**Keywords :** Distribution, Host range, Invasive alien pathogen

최근 외국과의 교역량 증가와 더불어 국내로 수입되는 외국 농산물의 양은 급격히 증가하여 2003년도에는 24,301 천 톤에 달하였다. 외국산 농산물의 유입은 선편이나 항공편뿐만 아니라 우편이나 승객의 소지품 등 다양한 형태로 이루어지며, 다량의 농산물이 단시간에 장거리로 이동이 가능해지면서 병원체에 감염된 외래 식물체의 국내 유입의 기회도 증가되어 새로운 병해의 발생에 대한 우려가 증가하고 있는 실정이다. 외래병원체가 국내에 유입되어 정착되면 국내 농산물의 생산에 막대한 피해를 주고, 방제를 위해서는 많은 인력과 방제비용이 요구되며, 일단 정착된 외래 병원균을 박멸하는 것은 매우 어렵다.

외래 식물병원균의 대부분은 일본으로부터 유입된 것으로 알려져 있으며, 中田와 瀧元(1928)에 따르면 사과뿌

리혹병, 포도노균병, 감자더듬이병, 감자역병, 사과화상병 등 많은 병들이 1920년대에 기록되었다. 외래 병원균의 유입이 가속화된 것은 1930년대 일본에서 수입된 과수묘목과 함께 유입된 감귤케양병을 비롯한 다수의 과수병원균들이 국내로 도입되면서부터이다. 1950년대 미국으로부터의 농산물 원조도 외래 병원균이 유입되는 계기가 된 것으로 추정하고 있다(박, 1976). 이후에도 감자둘레썩음병(강과 최, 1967)과 세균성벼알마름병(茂木와 金, 1987)이 보고되었다. 1990년대 이후에는 박과류검은뿌리썩음병(박 등, 1993), 카네이션점무늬병(함, 1993), 토마토반쪽시들음병(박 등, 1995), 토마토케양병(조 등, 1997), 호접란무름병(Lee 등, 1999) 등 그동안 국내에서 발생되지 않았던 병이 계속 보고되었다. 그러나 이와 같은 외래 유입병에 대한 발생현황과 분포에 대해서는 잘 알려져 있지 않았고, 또한 새로이 유입되는 병원균에 대한 분류학적 검토가 면밀히 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 지금까지 외래 유입 병으로 보고된

\*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0411, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) wdcho@rda.go.kr

22종의 식물병원균에 대한 국내 발생 유무, 발생정도 및 분포를 조사하고, 분류체계의 변동에 따른 병원균 학명의 정확한 사용에 대하여 검토하였으며, 유입 당시 기록되었던 기주이외에 다른 작물에서의 병 발생을 조사하였다.

## 재료 및 방법

**병 발생 조사.** 우리나라에서 외래 유입병으로 밝혀진 22종의 병에 대해 기주를 대상으로 조사하였다. 기주작물의 주산단지에서 외래 유입병의 발생 유무와 발생정도를 조사하고, 이병물을 수집하였다. 병 발생 조사는 2001년부터 2003년에 걸쳐 기주작물의 발병 부위에 따라 발병 주을, 엽을, 과을 등으로 조사하였고, 포장에서의 조사 방법은 농업과학기술 연구조사분석기준(농촌진흥청, 2003)에 따라서 조사하였다.

**병원균 분리.** 각종 기주작물에서 채집한 이병식물체를 부위별로 절단하여 멸균증류수로 깨끗이 씻은 후 1%의 NaOCl로 1~3분간 표면 살균하였다. 진균의 분리를 위해 표면 살균된 조각을 물 한천 배지에 치상하여 20~25°C 항온기에서 2~3일 배양하였다. 병원균은 포자를 형성시킨 후 단 포자 분리하고 배양하여 자라나는 균사 선단을 절취하여 PDA 사면배지에 이식하고 4°C에 보관하였다. 세균은 이병시료를 절단하여 표면소독 후 멸균증류수로 씻고, 1 ml의 멸균증류수가 포함된 에펜들프튜브에 넣어 마쇄한 다음 30분간 방치한 후 현탁액을 세균분리용 배지에 streak하고 28~30°C에 배양하여 나타나는 단 colony를 순수 분리하였다.

**병원체의 분류학적 특성 조사.** 진균은 PDA에 형성된 병원균의 포자모양, 크기, 색 등과 분생자경의 크기, 균사 폭 및 모양 등을 광학 현미경상에서 조사하였다. 또한 배양적 특성으로 온도별 균사생장, 기중균사의 모양 등을 조사하였다. 배양이 불가능한 병원균들은 식물체 상에 형성된 병원균을 직접 관찰 조사하였다. 세균은 Bergey's manual(Holt 등, 1994)에 따라 동정하였으며 추가적으로 MIDI와 Biolog system으로 특성을 확인하였다. 바이러스는 식물체 조직의 바이러스 입자, 봉입체 등의 전자현미경적 검정 및 DAS-ELISA(double antibody sandwich-enzyme linked immunosorbent assay)를 이용한 혈청학적 방법으로 바이러스 감염 유무를 조사하였다.

**병원체 동정.** 분리된 병원체는 유입당시 병원체 학명과 현재 사용하고 있는 병원체 학명을 대조하여 병원균 동정기술의 미비, 분류체계 변경에 의한 학명의 변동 등 여러 가지 요인 등을 조사하여 분류학적인 문제점이 있는지 여부를 검토하였다.

**기주범위 조사.** 사과검은별무늬병 등 22종의 병에 대하여 유입당시의 발생기주에서 다른 작물로 전반되어 피해를 주고 있는가를 확인하기 위하여 병원체별로 외국에서 보고된 발생기주를 조사하여 국내에 재배되거나 자생하는 기주를 대상으로 병 발생 유무를 조사하였다. 조사 방법은 포장에서 이병물을 채취한 후 실내에서 병원균을 배양하여 조사하였으며, 배양이 되지 않거나 어려운 병원균들은 식물체상에 형성된 병원균의 분류학적 특성을 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

**외래 유입병의 발생조사.** 외래 유입 병으로 기록된 22종의 병들 중 감자역병 등 18종은 병 발생이 확인되었으나 사과나무화상병, 호프위축병, 감자갈쭉병 및 감자둘레썩음병 4종은 2001년부터 2003년까지 3년 동안의 조사결과에서 병 발생을 확인할 수 없었다(Table 1). 병 발생이 확인된 18종들 중 특히 사과뿌리혹병, 감귤괘양병, 포도나무노균병, 복숭아나무탄저병, 감자역병, 박과류검은점뿌리썩음병은 일부 포장에서 심하게 발생하였다.

*Agrobacterium tumefaciens*에 의한 사과나무뿌리혹병은 일본을 통해 국내로 유입된 것으로 기록되어 있고(박, 1976), 1915년 충남 조치원에서 처음 발견되었다(中田와 瀧元, 1928). 본 병은 조사기간 중 전국 사과재배포장에서 두루 발생하는 것으로 확인되었다.

*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*에 의한 감귤나무괘양병은 1935년 일본에서 감귤나무유묘를 통해 국내로 유입된 것으로 추정되었다(박, 1976). 본 조사결과, 제주도에 서 재배되는 감귤나무의 과실과 잎에서 병 발생이 심한 것으로 나타났다. 과실에서는 품종간에 차이가 심하여, 조사된 품종들 중 하귤 포장에서 70%까지 심하게 발생되었으나 감귤, 부지화, 문단에서는 병 발생이 미약하였다(Table 2). 잎에서는 일부포장을 제외하고 대부분의 포장에서 병 발생이 확인되었고 특히 제주의 안덕면과 한경면에서 발생이 심하였다(Table 3). 이 병은 국제적인 식물검역 대상 병원균으로 지정되어 있으며(Anonymous, 1990), 감귤산업에 미치는 영향이 매우 크므로 계속적으로 철저한 관리가 필요할 것으로 사료된다.

*Plasmopara viticola*에 의한 포도나무노균병은 미국에서 일본으로 전파되고 다시 한국으로 유입된 것으로 기록되어 있다(박, 1976). 국내에서는 1915년 경기도 수원과 황해도 개성에서 처음 발견되었다(中田와 瀧元, 1928). 조사된 포장들 중 약 50%에서 병 발생이 확인되었고, 최고 70%까지 발병하였다. 특히 경북 영천지역에서는 이병엽

**Table 1.** Occurrence of crop diseases caused by invasive alien pathogens in Korea from 2001 to 2003

Host	Common name	Scientific name	Distribution	Disease incidence (%)
Apple	Crown gall	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	All province	1-100
	Fire blight	<i>Erwinia amylovora</i>	-	0
	Scab	<i>Venturia inaequalis</i>	Jangsu, Wesung	1-9
Carnation	Leaf spot	<i>Cladosporium echinulatum</i>	Unbong	1-30
Citrus	Bacterial canker	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	Jeju	1-70
Cotton	Anthraxnose	<i>Glomerella cingulata</i>	Yongin, Muan	0.1-5
Cucurbitaceae	Root rot	<i>Monosporascus cannonballus</i>	All province	1-80
Grapevine	Downy mildew	<i>Plasmopara viticola</i>	All province	1-60
Hop	Stunt viroid	<i>Hop stunt viroid</i>	-	0
Peach	Anthraxnose	<i>Glomerella cingulata</i>	All province	1-80
Phalenopsis	Soft rot	<i>Pectobacterium chrysanthemi</i>	"	1-30
Potato	Anthraxnose	<i>Colletotrichum coccodes</i>	Jeju, Pyungchang	1-10
	Late blight	<i>Phytophthora infestans</i>	All province	1-80
	Ring rot	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>	-	0
	Common scab	<i>Streptomyces scabies</i>	All province	1-80
	Spindle tuber	<i>Potato spindle tuber viroid</i>	-	0
Rice	Bacterial blight	<i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>	All province	1-63
	Bacterial grain rot	<i>Burkholderia glumae</i>	"	0.1-21
	Black streaked dwarf	<i>Rice black streaked dwarf virus</i> (RBSDV)	Hwasung, Milyang	0.1-1
Sweet potato	Black rot	<i>Ceratocystis fimbriata</i>	All province	1-10
Tomato	Bacterial canker	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Eumsung, Paju	1-10
	Verticillium wilt	<i>Verticillium dahliae</i>	Buyeo, Cheongyang	1-5

**Table 2.** Occurrence of bacterial canker on fruits of citrus in Jeju island

Variety	% diseased fruit
Daguboon	0.1-3.0
Danyooja	5-10.0
Jinkyool	10-15.0
Natsudaikai	60-70.0
Satsuma mandarin	0.1-2.0
Shaddock	2.0-5.0

**Table 4.** Occurrence of downy mildew of grapevine in Korea

Location	No. of fields surveyed	No. of fields infected	% diseased leaf (av.)
Ansung	15	8	5-60(22.0)
Cheonan	15	9	10-60(20.5)
Okcheon	15	2	1-5(3.0)
Gyungju	20	8	1-30(20.0)
Youngcheon	20	13	1-70(45.0)
Muju	3	3	20-80(60.0)
Total	88	43	1-80(28.4)

**Table 3.** Occurrence of bacterial canker on leaves of citrus in Jeju island

Location	No. of fields surveyed	No. of fields infected	% diseased leaf	
			Range	Average
Ewalleup	20	18	0.1-10	2.1
Andukmyun	20	16	0.1-15	5.5
Heandong	14	10	0.1-4.0	0.9
Dejungueup	20	14	0.1-10	1.5
Hangyungmyun	24	16	0.1-20	3.9
Total	98	74	0.1-20	2.8

율이 45%로 가장 높았으나 옥천을 제외하고는 평균 20% 정도의 이병엽율을 나타냈다(Table 4).

*Glomerella cingulata*에 의한 복숭아나무탄저병은 일본에서 유입되었고(박, 1976), 1914년 충남 홍성에서 채집된 기록이 있다(中田와 瀧元, 1928), 주산단지인 충남 조치원, 충북 영동, 경북 김천 등에서 병 발생이 심하였다.

*Phytophthora infestans*에 의한 감자역병은 일본에서 유입된 것으로 기록되어 있고(박, 1976), 국내에서는 1919년 경기도 수원에서 발견되었다(中田와 瀧元, 1928). 본 조사에서는 전국적으로 20%의 병 발생을 확인할 수 있었으나 특히, 경남 창령에서 병 발생이 심하였고, 주산단지인 강원도 평창과 제주도의 일부 포장에서도 병 발생이 심하였다(Table 5).

**Table 5.** Occurrence of late blight of potato in Korea

Province	Location	No. of field surveyed	No. of field infected (av.)	% diseased plant
Gyungbug	Goryung	22	1	0.1
Gyungnam	Changryung	20	3	90.0
Jeonnam	Bosung	104	12	5.5
	Muan	20	5	12.0
Gangweon	Pyungchang	30	16	25.0
Jeju	Namjejugun	20	7	10.5
Total		216	44(20.4)	23.8

**Table 6.** Occurrence of common scab of potato in Jeju island

Location	Field surveyed	Acreage of fields (m <sup>2</sup> )	% diseased tuber
South Jeju	1	6,600	40.5
	2	2,640	25.0
	3	4,960	80.0
	4	9,900	55.0
	5	1,320	50.5
North Jeju	1	3,970	20.0
	2	4,960	35.0
	3	1,980	60.0
	4	6,600	75.0
	5	4,960	65.0
Total	10	-	50.6

*Streptomyces scabies* 등에 의한 감자더멍이병은 일본을 통해 국내로 유입된 것으로 기록되어 있고(박, 1976), 경기도 수원에서 1919년 처음 발견되었다(中田와 瀧元, 1928). 감자 주산단지인 제주도에서 병 발생을 조사한 결과, 최고 80%, 평균 50%의 병 발생을 나타냈다(Table 6).

*Monosporascus cannonballus*에 의한 박과류 검은점뿌리 썩음병은 충남 조치원의 수박대목용 참박 뿌리에서 발생하여 1993년에 처음 보고되었다(박 등, 1993). 이 병은 박을 대목으로 사용하는 수박, 호박, 참외 등 박과류에 발생하였다. 충남 청양과 부여, 경남 함안, 경북 성주, 경기도 이천, 충북 영동 등에서 병 발생이 확인되었고, 특히 충남 청양의 일부 포장에서는 발생이 심하여 발생율이 최

**Table 7.** Occurrence of cucurbitaceous root rot caused by *Monosporascus cannonballus* in Korea

Location	No. of vinyl houses surveyed	No. of vinyl house infected	% of diseased plant (av.)
Cheongyang	23	22	0-80 (40.7)
Buyeo	15	2	<1.0
Haman	10	1	<1.0
Sungju	30	3	<1.0
Icheon	5	1	<1.0
Youngdong	7	1	<1.0
Total	90	30	-

고 80%까지 달하였다(Table 7). 대목용으로 사용되고 있는 박들이 모두 이병성인 것으로 알려져 있어서 금후 피해가 심해질 것으로 우려된다.

벼흰잎마름병, 세균성벼알마름병, 호접란무름병, 고구마 검은무늬병, 벼검은줄무늬오갈병, 토마토케양병은 해에 따라 또는 품종에 따라 병 발생에 차이가 있는 것으로 조사되었다. *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*에 의한 벼흰잎마름병은 1930년 武內에 의해 전남 해남에서 처음 발견되었고, 1960년대까지는 일부 지방에서 국지적으로 발생하였으나, 1970년대 이후 대발생된 바 있다(정과 박, 1976). 해에 따라서 강우와 태풍에 의해 침수된 일부 포장에서 최고 63%까지 심하게 발병하였다.

*Burkholderia glumae*에 의한 세균성벼알마름병은 종자 전염성 세균병으로 1955년 일본에서 세계적으로 처음 보고되었고, 국내에서는 茂木와 金(1986)에 의해 보고되었다. 유포기에는 모썩음병을 일으키고, 출수 후에는 벼알마름병으로 수량감소와 변색미에 의한 미질저하를 가져온다. 조사된 대부분의 포장에서 병 발생이 확인되었으며, 최고 8.8%까지 발생하였으나 평균 0.5%의 낮은 발병율을 나타냈다(Table 8).

*Pectobacterium chrysanthemi*에 의한 호접란무름병은 1997년 전남 광양과 순천지역의 온실에서 처음 발견되었다(Lee 등, 1999). 이 병은 초기에 작은 수침상이나 점차 확대되어 잎 전체가 물러서 썩는 연부증상을 나타낸다. 최근 하우스에서 재배되는 호접란에서 초봄부터 여름에 걸쳐 발생이 심하여 재배농가에 피해를 주고 있다. 경기도 화성, 대전, 경남 김해 등 전국적으로 발생하였고, 최고 30%의 이병주율을 나타냈다.

*Ceratocystis fimbriata*에 의한 고구마검은무늬병은 1890년 Halsted에 의해 처음 기술되었고, 고구마를 비롯한 무화과, 살구 등 여러 작물들을 침해하는 다병성 병원균으로 바람이나 곤충에 의해 전파되고, 생리적 분화형이 존

**Table 8.** Occurrence of bacterial grain rot of rice in Korea

Province	Location	No. of fields surveyed	% of diseased panicle	
			Range	Average
Gyeonggi	Pyungtaek, Hwasung	35	0-8.0	0.5
	Icheon, Yeosu	43	0-1.3	0.1
Chungbug	Chungju	31	0-3.8	0.2
Chungnam	Dangjin	30	0-2.7	0.4
	Nonsan	32	0-8.8	0.5
Jeonnam	Hongsung	30	0-4.0	0.3
	Jangheung	49	-	1.4
Gyeongnam	Gimhae	60	-	0.4
Total		310	0-8.8	0.5

재하는 것으로 알려져 있다(Morgan, 1967). 이 병은 1942년 일본으로부터 국내로 유입된 것으로 기록되어 있고(박, 1976), 경기도 여주와 이천, 전남 해남 등 고구마 주산단지에서 1~10%의 발병율을 나타냈다. 최근 일부지역에서 고구마 재배면적의 증가와 함께 병 발생이 우려된다.

*Rice black-streaked dwarf virus*에 의한 벼검은줄오갈병은 국내에서 1973년 처음 병 발생이 보고되었고(이 등, 1977), 애벌구에 의해 영속 전염되는 것으로 알려져 있다(이 등, 1980). 이 병은 화성과 밀양에서 1% 이내로 발생하였다. 해에 따라서 일부 지역에서 벼와 옥수수에 심하게 발생할 가능성도 있으나, 발병율은 매우 낮은 것으로 보고되었다(이 등, 1980).

*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*에 의한 토마토케양병은 외국에서 수입한 토마토 품종을 재배하는 시설재배포장에서 병 발생이 처음 확인되었다(조 등, 1997). 본 조사에서는 음성과 파주에서 최고 10%까지 발병이 확인되었다.

그밖에 사과나무검은별무늬병, 카네이션점무늬병, 목화탄저병, 감자탄저병, 토마토반쪽시들음병 등은 발생이 적었다. *Venturia inaequalis*에 의한 사과검은별무늬병은 1974년 처음 보고된 이후(김 등, 1974), 발병이 확인되지 않았으나 1990년 경북지역에서 심하게 발생된 적이 있다. 주로 잎에 발생하나 심한 경우 과실에도 발생하여 상품성을 저하시킨다. 조사기간 중 이 병은 전북 장수의 한 사과포장에서 잎뿐만 아니라 과실에까지 심하게 발생하는 것이 확인되었으나 그 밖의 포장에서는 병 발생이 확인되지 않았다(Table 9).

*Cladosporium echinulatum*에 의한 카네이션점무늬병은 1993년 강원도 대관령의 카네이션 포장에서 처음 발견되었다(함, 1993). 이 병은 *Alternaria*에 의한 검은무늬병과 유사하나 병반 중앙부위에 회색이나 갈색을 띠고 병반 주변에 중독증상을 나타낸다(함, 1993). 본 조사에서 이 병은 운봉에서 최고 30%까지 발생하였다.

**Table 9.** Occurrence of scab of apple in Korea

Location	No. of fields surveyed	No. of fields infected	% diseased fruit
Yesan	10	0	0
Jangsu	10	3	9.2
Chungju	10	0	0
Andong	10	0	0
Gunwi	10	0	0
Mungyeong	10	0	0
Uesung	10	0	0
Gyeongju	10	0	0
Total	80	3	1.2

*Glomerella cingulata*(동균이명: *G. gossypii*)에 의한 목화탄저병은 1910년경 미국산 목화종자를 통하여 유입된 것으로 추정되고 있으나 정확한 기록을 찾기가 어려우며, 中田와 瀧元(1928)에 의하면 경기도 수원(1914), 전남 목포와 나주(1917) 및 광주(1920)에서 발생 기록을 찾아볼 수 있다. 목화의 재배면적이 매우 적어서 조사가 용이하지 않았으나 경기도 용인과 전남 무안에서 병 발생을 확인할 수 있었다.

*Colletotrichum coccodes*에 의한 감자탄저병은 1919년 일본에서 국내로 유입된 것으로 기록되어 있다(박, 1976). 병원균은 감자뿐만 아니라 가지과 작물인 가지의 줄기와 토마토의 과실과 뿌리에서 병 발생이 보고된 바 있다(Kim과 Cho, 1996; Kim 등, 1998). 대개 식물체의 줄기 지체부에 발생하여 피해를 주며, 제주도 감자포장에서 최고 10%까지 심하게 발생하였다.

*Verticillium dahliae*에 의한 토마토반쪽시들음병은 국내에서는 1995년 충남 부여에서 처음 보고되었다(박 등, 1995). 이 병은 도관병으로 *Fusarium*균에 의한 시들음병과 유사하여 구분이 어려우나 *Fusarium*균에 의한 시들음병보다는 저온에서 발병하고, 병징은 종종 식물체 하부에서만 나타나며, 병의 진전이 느린 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2001). 또한, 포장에서는 두 균이 복합감염되어 있는 경우가 많은 것으로 보고되었다(박 등, 1995) 토마토 뿐만 아니라 온실에서 재배되는 가지에서도 병 발생이 보고되었고(Kim 등, 2000), 특히, 토마토에서는 *V. dahliae* 뿐만 아니라 *Verticillium albo-atrum*에 의한 반쪽시들음병도 보고되었다(Kim 등, 2001). 본 조사에서는 충남 부여와 청양에서 *V. dahliae*에 의한 반쪽시들음병이 최고 5%까지 발생하였다.

병 발생이 확인되지 않은 병해로서 *Potato spindle tuber viroid*에 의한 감자갈쭉병은 1979년 외국에서 수입된 씨감자 중에서 보고되었다(강과 함, 1979). 그러나 이후 국내에서는 발생한 바 없다.

*Hop stunt viroid*에 의한 호프 바이로이드병은 전 세계적으로 일본에서만 보고되었으나, 국내에서는 1988년 처음 보고되었다(이와 최, 1988). 국내에서 재배되었던 대부분의 호프는 1970년대부터 일본에서 수입되었기 때문에 이 당시 유입되었을 가능성이 크다. 현재, 호프 재배포장이 없어서 본 병의 발생유무를 확인하기 어려웠으나 다른 기주식물인 감자와 자두나무에서 위축병 발생이 보고되었다(Lee 등, 2002; Hwang 등, 2002).

*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*에 의한 감자들레썩음병은 1964년 일본으로부터 국내로 유입된 것으로 기록되어 있다(박, 1976). 본 병은 발생조사와 병원

균 분리가 용이하지 않아서 조사기간 중 충분한 조사가 이루어지지 못하였기 때문에 병 발생유무에 대하여 판단이 쉽지 않으므로 금후 좀더 많은 포장조사와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

*Erwinia amylovora*에 의한 사과불마름병(화상병)은 일본에서 한국으로 유입된 것으로 보고되어 있고(박, 1976), 국내에서는 1919년 충남 대전에서 발견된 기록이 있다(中田와 瀧元, 1928). 이후 1988년부터 1992년에 걸쳐 사과와 배에서 본 병의 발생 조사가 이루어졌으나 발병하지 않는 것으로 보고되었고(Lee 등, 1993), 또한, 본 조사에서도 발병을 확인할 수 없었기 때문에 국내에서는 더 이상 발생하지 않는 것으로 사료된다.

**외래침입 병원균의 재검토.** 복숭아 탄저병균은 *Gloeosporium laeticola* Berk로서 분생포자는 원통형으로 양끝이 둥글고, 무색, 투명하며, 포자 크기는 39.6~48.4 × 4.4~4.8 μm로 기술되어 있다(中田와 瀧元, 1928). 본 조사에서는 전국 복숭아 주산단지에서 이병과나 이병가지를 채집하여 병원균을 동정한 결과 모두 *Glomerella cingulata*로 동정되었다. 자낭각은 흑색의 구형내지 플라스크모양이며; 직경은 250~320 μm이다. 자낭은 근봉형으로 크기는 50~110×8~10 μm이다. 자낭포자는 무색, 단세포로 방추형이며, 크기는 12~24×4~6 μm이다. 무성세대인 *C. gloeosporioides*의 분생포자는 무색, 단세포, 타원형으로 크기는 10~22×3~5 μm이다. *C. gloeosporioides*의 분생포자 크기에 대한 문헌상의 기술을 보면 Saccardo(1884)는 16~18×4~6 μm, Arx(1970)는 12~21×3.5~6 μm, Mordue(1971)는 9~24×3~6 μm로 본 조사에서의 탄저병균 분생포자크기와 잘 일치하였으나 中田와 瀧元(1928)에 의해 기록된 복숭아탄저병균인 *G. laticola* Berk의 분생포자크기와는 다소 큰 차이가 있었다. *G. laticola* Berk는 *G. laticolor* Berk의 잘못된 표기로서 이미 *Glomerella cingulata*의 이명으로 기록되어 있고(Arx, 1970), 분생포자의 크기를 제외한 다른 균학적 특성이 *G. cingulata*의 특성과 일치하므로 국내 복숭아탄저병균으로 기록된 *G. laticola*는

*G. cingulata*의 이명으로서 사용되어야 할 것이다.

목화탄저병균인 *Glomerella gossypii*(southw.) Edg.(무성세대: *Colletotrichum gossypii* Southw.)는 2~3개의 격막을 갖는 강모가 있고, 분생포자는 무색, 투명하며, 단세포이고, 장타원형으로, 크기는 13×5 μm로 기록되어 있다(中田와 瀧元, 1928). 조사기간 동안 이병식물을 채집하여 병원균을 분리하고 균학적 특성을 조사한 결과, *Glomerella cingulata*(무성세대: *Colletotrichum gloeosporioides*)로 동정되었다. 일부 연구자들은 *Glomerella gossypii*가 형태적으로 *G. cingulata*와 동일하며, 이명으로 간주될 수 있다고 하였다(Anonymous, 2000; Walker, 1992).

위와 같은 문헌상의 기술을 검토하여 볼 때 외래침입 병원균으로 알려진 복숭아탄저병균은 다범성 병원균인 *G. cingulata*로서 이미 국내에 존재하던 병원균일 가능성이 있다. 목화탄저병균 또한 분류학적 논쟁의 여지가 있으나 형태적으로는 다범성 병원균인 *G. cingulata*와 동일하여 국내에 존재하던 병원균일 가능성을 배제할 수 없다.

**외래침입 병원균의 학명 변경.** 감귤케양병, 호접란무름병, 감자탄저병, 감자둘레썩음병, 벼흰잎마름병, 세균성 벼알마름병, 고구마검은무늬병, 토마토케양병은 당시 보고된 병원균 학명이 현재 달리 사용되고 있다(Table 10). 이러한 변화는 과거와는 다른 분류체계가 사용되고 있을 뿐만 아니라 분자생물학의 발전에 따라 새로운 분류체계가 확립되었기 때문이다.

감귤나무케양병균으로 기록되었던 *Xanthomonas citri*는 1939년 Dowson에 의해 명명되었다. 1980년 Dye 등에 의해 병원형(pathovar)의 개념이 도입되면서 *X. campestris* pv. *citri*로 명명되었다. 1995년 Vauterin 등에 의해 *Xanthomonas*속에 포함된 병원균들의 재분류가 이루어지면서 *axonopodis*종으로 분류되었고, DNA 상동성, 바이오로그 조사 및 기타 특성을 고려하여 *X. axonopodis* pv. *citri*로 사용되고 있다. 호접란잎무름병균으로 기록된 *Erwinia chrysanthemi*는 원래 1953년 Burkholder에 의해 국화세균성 마름병의 병원균으로 명명되었다. 1973년 Brenner 등에 의

**Table 10.** Amendment of scientific names of invasive alien plant pathogens introduced into Korea

Common name	Scientific name	
	Past	Current
Citrus bacterial canker	<i>Xanthomonas citri</i>	<i>X. axonopodis</i> pv. <i>citri</i>
Phalenopsis bacterial soft rot	<i>Erwinia chrysanthemi</i>	<i>Pectobacterium chrysanthemi</i>
Potato anthracnose	<i>Colletotrichum atramentarium</i>	<i>C. coccodes</i>
Potato ring rot	<i>Corynebacterium sepedonicum</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>sepedonicus</i>
Rice bacterial blight	<i>Xanthomonas oryzae</i>	<i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i>
Rice bacterial grain rot	<i>Pseudomonas glumae</i>	<i>Burkholderia glumae</i>
Sweet potato black rot	<i>Ceratostomella fimbriata</i>	<i>Ceratocystis fimbriata</i>
Tomato bacterial canker	<i>Corynebacterium michiganense</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>

해 *Pectobacterium*속으로 분류되었고, 1998년 Hauben 등은 16S rDNA의 염기서열을 기초로 *Pectobacterium chrysanthemi*를 재 기술하여 사용하고 있다. 감자탄저병균은 1916년 *Colletotrichum atramentarium*으로 명명되었으나 1958년 Hughes에 의해 *C. coccodes*로 개정되었다. 감자돌레씩음병균으로 기록된 *Corynebacterium sepedonicum*은 1942년 Skaptason과 Burkholder에 의해 명명되었다. 1984년 Davis 등에 의해 일부 coryneform을 갖는 식물병원세균들과 함께 새로운 *Clavibacter* 속으로 옮겨져서 *Clavibacter michiganense* subsp. *sepedonicum*으로 사용되었다. 그러나 1993년 Zgurskaya 등에 의해 종명인 *michiganense*와 아종명인 *sepedonicum*의 철자는 각각 *michiganensis*와 *sepedonicus*로 수정되어 지금은 *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*로 사용되고 있다. 벼흰잎마름병균의 학명은 1922년 Ishiyama에 의해 명명된 *Xanthomonas oryzae*로 기록되었으나 1980년 Dye 등에 의해 병원형(pathovar)의 개념이 도입되면서 *X. campestris* pv. *oryzae*로 바뀌었고, 1990년 Swings 등에 의해 *X. campestris*의 병원형(pathovar)이 아니라 새로운 종으로 재분류되면서 *X. oryzae* pv. *oryzae*로 사용되고 있다. 세균성벼알마름병균은 1967년 Kurita와 Tabei에 의해 *Pseudomonas glumae*로 명명되었으나 1994년 Urakami 등에 의해 *Burkholderia*속으로 옮겨져서 *B. glumae*로 사용되고 있다. 고구마검은무늬병균인 *Ceratocystis fimbriata*는 1890년 Halsted에 의해 고구마에서 처음 기술되었다. 1923년 Elliot은 속명을 *Ceratostomella*로 이전하였고, 국내에 기록된 고구마검은무늬병균의 국내 유입시 학명인 *Ceratostomella fimbriata*

는 이에 따른 것이다. 그러나 1950년 Bakshi 이래로 병원균의 속명은 *Ceratocystis*로 인정되고 있다. 토마토퀘양병균의 국내 유입시 학명으로 기록된 *Corynebacterium michiganense*는 1934년 Jensen에 의해 명명되었다. 감자돌레씩음병균과 마찬가지로 1984년 Davis 등에 의해 *Clavibacter*속으로 이전되어 *Clavibacter michiganense* subsp. *sepedonicum*로 변경되었으나 1993년 Zgurskaya 등에 의해 종명과 아종명의 철자가 수정되어 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*로 사용되고 있다.

**기주범위 조사.** 외래 유입 병원균의 유입 당시 보고된 기주이외에 다른 기주들에서 병 발생 상황을 조사하였다. 사과나무뿌리혹병균인 *A. tumefaciens*에 의한 사과나무뿌리혹병은 유입당시의 기주식물인 사과나무에서 뿐만 아니라 배, 포도, 감 등 13종의 작물에서 병 발생을 확인할 수 있었다(Table 11). 감귤나무퀘양병균인 *X. axonopodis* pv. *citri*에 의한 감귤퀘양병은 감귤 외 5종에서 발견되었다. 포도나무노균병균인 *P. viticola*에 의한 포도나무노균병은 포도와 같은 속인 머루나무에서도 확인할 수 있었다. 복숭아나무와 목화탄저병균인 *Glomerella cingulata*는 다범성 병원균으로 수십 종의 다른 작물들에서 병 발생을 확인할 수 있었다. 감자역병균인 *Phytophthora infestans*는 토마토에서도 병 발생을 확인할 수 있었으며, RBSDV에 의한 벼검은줄오갈병은 벼와 옥수수에서 병 발생이 확인되었다. 토마토퀘양병을 일으키는 *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*는 고추에서도 퀘양병을 일으키는 것이 확인되었다. 또한 참박에서 발병되었던 검은뿌리썩음병균인 *Monosporascus cannonballus*는 참박 뿐만 아니라

**Table 11.** Occurrence of crop diseases caused by invasive alien pathogens on several host plants in Korea

Common name	Scientific name	Host plant
Apple crown gall	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Apple, Pear, Grapevine, Persimmon, Apricot, Chinese gooseberry, Hot pepper, Lettuce, Oriental melon, Tomato, Chrysanthemum, Rose, Rubber tree, Wild walnut*, Chestnut*, Japanese cedar*, Populus spp.*, Sugar beet*, Hop*
Citrus bacterial canker	<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i>	Satsuma mandarin, Danyooja, Natsudaikai, Jinkyool, Daguboon, Shaddock
Grapevine downy mildew	<i>Plasmopara viticola</i>	Grapevine, Wild vine
Peach & cotton anthracnose	<i>Glomerella cingulata</i>	More than 40 species including Peach, Cotton, Vine, Apple, Pear, Persimmon, Chinese gooseberry, Mandarin, Hot pepper*
Potato late blight	<i>Phytophthora infestans</i>	Potato, Tomato
Rice black streaked dwarf	<i>Rice black streaked dwarf virus</i>	Rice, Maize, Oat*, Wheat*, Foxtail millet*
Tomato bacterial canker	<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Tomato, Hot pepper
Cucurbitaceous root rot	<i>Monosporascus cannonballus</i>	Bottle gourd, Melon, Watermelon, Oriental melon

\*Host plant recorded in Korea but not confirmed in this survey.

메론, 수박 및 참외에서도 발병이 확인되었다. 이와 같이 국내 침입병원균들 중 다수는 유입당시 기주이외에도 많은 다른 작물에서 발병하여 큰 피해를 초래하고 있고, 그 범위는 더욱 확대될 가능성이 있다. 따라서 새로운 외래 침입 병원균에 대한 감시체계를 확립하여 그 피해를 최소화하는 것이 중요하다.

## 요 약

2001년부터 2003년까지 22종의 외래 침입 병원체들에 의한 작물의 병 발생과 분포를 조사하였다. 조사된 22종 중 18종은 그들의 기주식물에서 병 발생이 확인되었으나 4종은 병 발생이 확인되지 않았다. 외래 유입 병원체들이 국내로 유입될 당시 학명이 검토되었고, 탄저병균을 포함한 10종의 병원균 학명이 개정되었다. 외래유입병원체들의 기주범위를 조사한 결과, 8종은 유입당시 기술된 기주뿐만 아니라 다른 작물에서도 병 발생이 확인되었다.

## 참고문헌

- Anonymous. 1990. *Quarantine procedure: Xanthomonas campestris pv. citri*. *Bull. Eur. Mediterr. Plant Prot. Org.* 20: 263-272.
- Anonymous. 2000. *Common names of plant diseases in Japan*. First edition. The Phytopathological Society of Japan. 857pp.
- Arx, J. A. Von. 1970. A revision of the fungi classified as *Gloeosporium*. *Bibl. Myc.* 24: 1-203.
- Bakshi, B. K. 1950. Fungi associated with ambrosia beetles in Great Britain. *Transactions of the British Mycological Society* 33: 111-120.
- Brenner, D. J., Steigerwalt, A. G., Miklos, G. V. and Fanning, G. R. 1973. Deoxyribonucleic acid relatedness among *Erwiniae* and other *Enterobacteriaceae*: the soft-rot organisms (Genus *Pectobacterium* Waldee). *Int. J. Syst. Bacteriol.* 23: 205-216.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 최용철. 1997. 채소병해 원색도감. 농촌진흥청 농업 과학기술원. 447pp.
- Davis, M. J., Gillaspie, Jr. A. G., Vidaver, A. K. and Harris, R. W. 1984. *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and Bermudagrass stunting disease. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 34: 107-117.
- Dye, D. W., Lolliot, R. A. and Schroth, M. N. 1980. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotype strains. *Review of Plant Pathology* 59: 153-168.
- Halsted, B. D. 1890. Some fungus diseases of the sweet potato. The black rot. *New Jersey Agriculture Experiment Station Bulletin*. 76: 7-14.
- 함영일. 1993. *Cladosporium echinulatum*에 의한 카네이션점무늬병(가칭). *한국식물병리학 회지* 9: 298-299.
- Hayward, A. C. and Waterston, J. M. 1964. *Corynebacterium sepedonicum*. *CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. UK, No. 14.
- Hauben, L., Moore, E. R. B., Vauterin, L., Steenackers, M., Mergaert, J., Verdonck, L. and Swings, J. 1998. Phylogenetic position of phytopathogens within the *Enterobacteriaceae*. *Syst. Appl. Microbiol.* 21: 384-397.
- Holt, J. H., Krieg, N. R., Sneath, Peter, H. A., Staley, J. T. and Williams, S. T. 1994. *Bergey's manual of determinative bacteriology* 9th Ed. Williams & Wilkins. Baltimore, USA. 787pp.
- Hughes, S. J. 1958. Revisiones Hyphomycetum Aliquot cum Appendice de Nominibus Rejiciendis. *Can. J. Bot.* 36: 727-836.
- Hwang, S. L., Lee, S. J., Kwon, M. J., Kwon, T. Y. and Lee, J. Y. 2002. A new variant of Hop stunt viroid (HSVd) detected dapple fruit disease from plum trees cultivated in Korea. *The Plant Pathology J.* 18: 382(Abstr.).
- 정봉조, 박종성. 1976. 수도의 병. *한국식물연구논고* 1-31p.
- 강광윤, 최정일. 1967. 고령지시험장 시험연구보고서 115p.
- 강용희, 함영일. 1979. 고령지시험장 시험연구보고서 199p.
- Kim, J. T., Park, I. H., Lee, H. B., Hahm, Y. I. and Yu, S. H. 2001. Identification of *Verticillium dahliae* and *V. albo-atrum* causing wilt of tomato in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 222-226.
- 김승철, 정봉조, 성재모. 1974. 사과나무흑성병 발생에 대하여. *한국식물보호학회지* 13: 17-18.
- Kim, S. K., Kim, K. W., Park, E. W. and Hong, S. S. 2000. Occurrence of eggplant wilt caused by *Verticillium dahliae*. *Plant Pathol. J.* 16: 156-161.
- Kim, W. G. and Cho, W. D. 1996. Black dot root rot of eggplant caused by *Colletotrichum coccodes*. *Korean J. Mycology* 25: 1-9.
- Kim, W. G., Jee, H. J. and Cho, W. D. 1998. Black dot rot of tomato caused by *Colletotrichum coccodes*. *Korean J. Plant Pathol.* 14: 209-211.
- Lee, D. H., Kim, J. H., Lee, J. H., Hur, J. S. and Koh, Y. J. 1999. Bacterial soft rot of *Dendrobium phalaenopsis* and *Phalaenopsis* species by *Erwinia chrysanthemi*. *Plant Pathol. J.* 15: 302-307.
- 이재설, 이순형, 정봉조. 1977. Studies on the occurrence of rice black-streaked dwarf virus in Korea. *한국식물보호학회지* 16: 121-125.
- 이재설, 최장경. 1988. 한국에서 호프왜화 바이러스의 발견. *한국식물병리학회지* 4: 234-237.
- 이순형, 최용문, 이기운, 이재설, 류갑희, 김정수. 1980. 벼흑조위축병 피해 및 충매전염에 관한 시험. *농업기술연구소 시험연구보고서* 203-225.
- Lee, S. J., Lee, S. J., Hahm, Y. I. and Lee, J. Y. 2002. Hop stunt



- viroid variant isolated from wild potatoes cultivated in Korea. *The Plant Pathology J.* 18: 382 (Abstr.).
- Lee, Y. H., Cho, W. D., Kim W. G., Lee, E. J., Han, S. J. and Chung, H. S. 1993. Detailed survey of apple and pear diseases in major fruit producing areas of Korea ('88~'92). *Korean J. Plant Pathol.* 9: 47-51.
- 茂木静夫, 金章圭. 1987. 韓國におけるイネもみ枯細菌病の發生と分布. *日本植物病理學會報* 43: 402(Abstr.)
- Mordue, J. E. M. 1971. *Glomerella cingulata*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria No 315. *Commonwealth Mycological Institute, Kew. UK.*
- Morgan-Jones, G. 1967. *Ceratocystis fimbriata*. CMI descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 141. *Commonwealth Mycological Institute, Kew. UK.*
- 中田覺五郎, 瀧元清透. 1928. 조선총독부권업모범장연구보고 15호; 조선작물병목록 146pp.
- 박경석, 남상현, 김명희, 김충희. 1993. 수박대목용 참박에 발생한 *Monosporascus cannonballus* Pollack and Uecker에 의한 흑점근부병(가칭). *한식병보* 9(4): 327(Abstr.).
- 박종성. 1976. 침입병원균과 식물검역. *충남대학교 농업기술연구보고* 3(1): 1-13.
- 박영섭, 김정수, 박용호, 조명래, 김완규. 1995. *Verticillium dahliae*에 의한 토마토시들음병. *농업 논문집* 37: 303-307.
- 농촌진흥청. 2003. *농업과학기술연구 조사분석기준(작물보호편)*. 41-158.
- Saccardo, P. A. 1884. *Sylloge Fungorum*. vol 3. Padova 860pp.
- Swings, J., Van den Mooter, M., Vauterin, L., Hoste, B., Gillis, M., Mew, T. W. and Kersters, K. 1990. Reclassification of the causal agents of bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) and bacterial leaf streak (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*) of rice as pathovars of *Xanthomonas oryzae* sp. nov. nom. rev. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 40: 309-311.
- Urakami, T., Ito-Yoshida, C., Araki, H., Kijima, T., Suzuki, K. I. and Komagata, K. 1994. Transfer of *Pseudomonas plantarii* and *Pseudomonas glumae* to *Burkholderia* as *Burkholderia* spp. and description of *Burkholderia vandii* sp. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 44: 235-245.
- 武内晴好. 1930. 稻白葉枯病遂に發生. *勸業彙* 5: 62-64.
- Vauterin, L., Hoste, B., Kersters, K. and Swings, J. 1995. Reclassification of *Xanthomonas*. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 45: 472-489.
- Walker, J. M. 1992. *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. 172p. in: *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Bailey, J. A. and Jeger, M. J. eds. CAB International. Wallingford, UK.
- Zgurskaya, H. I., Evtushenko, L. I., Akimov, V. N. and Kalakoutskii, L. V. 1993. *Rathayibacter* gen. nov., including the species *Rathayibacter rathayi* comb. nov., *Rathayibacter tritici* comb. nov., *Rathayibacter iranicus* comb. nov., and six strains from annual grasses. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 43: 143-149.