

2010년 우리나라 주요 작물 바이러스병 발생 상황

김정수 · 이수현 · 최홍수* · 김미경 · 광해련 · 남 문 · 김정선 · 최국선¹ · 조점덕^{1**} · 조인숙¹ · 정봉남¹
 국립농업과학원 작물보호과, ¹국립원예특작과학원 원예특작환경과

Occurrence of Virus Diseases on Major Crops in 2010

Jeong Soo Kim, Su Heon Lee, Hong Soo Choi*, Mi Kyeong Kim, Hae Ryun Kwak, Mun Nam, Jeong Sun Kim, Gug Seoun Choi¹, Jeom Deog Cho^{1**}, In Sug Cho¹ and Bong Nam Chung¹
 Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Horticultural and Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

(Received on September 1, 2011; Revised on September 8, 2011; Accepted on September 8, 2011)

The kinds of crop requested from agricultural actual places of famers, Agricultural extension services and so forth was 8 including red pepper for vegetables, 4 including apple for fruit trees and 6 including chrysanthemum for flowers in 2010. The important vegetables in clinical diagnosis of viral diseases were tomato, watermelon and red pepper having the requested rate of 31.8%, 21.4% and 19.5%, respectively. On fruit trees, grape and apple were most common with the requested rate of 63.6% and 33.0%, orderly. On floral crops, tulip and cactus were damaged by viral diseases with the requested rate of 60.0% and 20.0%, orderly. On peppers and tomatoes, six viruses including *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Broad bean wilt virus 2* (BBWV2) infected. Five viruses including *Melon necrotic spot virus* (MNSV) and CMV were identified from watermelons. On grapes, six viruses including *Grapevine fleck virus* (GFkV) infected. CMV was identified from six vegetables including pepper out of 8 kinds of vegetables and tulip plant. Total agents of virus and viroid species were 32 and 4 species, respectively, in 2010. Tomato yellow leaf curl disease by *Tomato yellow leaf curl virus* and *Tobacco yellow leaf curl virus* was occurred newly at 18 Si/Gun areas including Buan, Jeonbuk province in 2010 and the total areas were increased up to 58 Si/Gun from the first incidence in 2008. *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) occurred newly at two areas of Jinan, Jeonbuk and Jeju in Jeju province in 2010, and the incidence areas were expanded to 25 Si/Gun areas from severe occurrence at Anyang area in 2004. No incidence of TSWV was recorded only in Gyeongbuk and Chungbuk province. *Tomato bushy stunt virus* occurred newly at Jinju, Gyeongnam, and it had the total incidence areas of 5 Si/Gun after first observation at Sacheon, Gyeongnam in 2004.

Keywords : CGMMV, PSTVd, RSV, TSWV, TYLCV, TLCV

서 론

우리나라 농업 현장의 농업인, 농업기술센터, 도농업기

술원 등에서 작물에 발생한 바이러스병에 대한 임상진단 요청 및 결과는 우리나라 작물에 발생하여 피해를 주고 있는 바이러스의 종류와 중요성을 파악할 수 있는 중요한 기초자료이다. 2009년의 경우 채소류가 87.5%로 가장 많았으며, 채소류 중 고추와 토마토가 각각 51.6%와 26.5%를 차지하여 우리나라 농업 현장에서 두 작물이 바이러스 피해를 가장 많이 받고 있음을 알 수 있다. 채소류에 발생하는 바이러스는 총 19종이었으며, 가장 피해를 많이 주는 바이러스는 2008년(Kim 등, 2009b) 및 2009년(Choi

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0431, Fax) +82-31-290-0406

E-mail) hschoi@korea.kr

**Corresponding author

Phone) +82-31-290-6257, Fax) +82-31-290-6259

E-mail) jdcho@korea.kr

등, 2010)의 경우 *Cucumber mosaic virus*(CMV), *Tomato spotted wilt virus*(TSWV), *Tomato yellow leaf curl virus*(TYLCV), *Broad bean wilt virus2*(BBWV2) 등 4종의 바이러스가 가장 많이 발생하여 피해를 주는 바이러스로 보고하였다. 즉, 우리나라에서 토착된 바이러스인 CMV와 BBWV2는 전국적으로 고추 등 여러 작물에 지속적으로 피해를 일으킨 반면, 주요 농작물에 피해가 너무 커서 세계적으로 이동 금지된 바이러스인 TSWV와 TYLCV는 토마토, 고추 등의 주요 작물로 지역적으로 피해 발생이 확산되고 있음을 확인할 수 있었다. 이에, 2010년에 농업인 등 농업 현장에서 농촌진흥청 국립농업과학원 바이러스 연구실과 원예특작과학원 원예특작바이러스연구실에 임상진단 요청한 시료에 대한 분석 결과와 함께 최근에 우리나라 농업현장에서 문제되고 있는 주요 바이러스에 대한 발생상황을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

임상 진단. 농업인, 농업기술센터 등에서 임상진단을 요청한 시료에 대하여 육안으로 바이러스 증상 조사하고, 전자현미경 검경, 효소결합항체진단(ELISA)과 유전자 진단(PCR, RT-PCR)을 하였다. 임상진단 과정은 전자현미경 검경으로 감염 바이러스 입자 형태를 확인한 후 ELISA 또는 유전자 진단을 하였다. 바이러스의 병원성 검정은 임상진단 요청시료의 병징과 유전자 진단 결과를 종합하여 생물검정을 하였다. 또한 유전자 진단이 되지 않은 시료에 대해서는 대용량 유전자 진단기술(Large scale oligonucleotide chip)을 사용하여 분류동정 하였다.

진단 바이러스 및 바이로이드 종류. 우리나라에서 작물 별 보고된 바이러스를 위주로 하여 고추, 토마토 등 가지과 작물의 경우에는 오이모자이크바이러스(CMV), 잠두위조바이러스2(BBWV2), 토마토반점위조바이러스(TSWV) 등 10종의 바이러스에 대하여 진단을 하였다. 수박, 멜론 등 박과 작물의 경우에는 CMV, 멜론괴저반점바이러스(MNSV) 등 8종에 대하여 진단을 하였다. 고구마는 *Sweet potato feathery mottle virus*(SPFMV), *Sweet potato leaf curl virus*(SPLCV) 등 8종의 바이러스를 진단하였다. 과수류의 경우 사과는 *Apple chlorotic leaf spot virus*(ACLSV) 등 4종, 배는 *Apple stem grooving virus*(ASGV)와 *Apple scar skin viroid*(ASSVd), 포도는 *Grapevine fleck virus*(GFkV) 등 6종, 복숭아는 *Apple mosaic virus*(ApMV)와 ACLSV에 대하여 진단하였다. 화훼류의 경우에는 CMV, TSWV 등 7종의 바이러스에 대하여 진단하였다.

농업현장 발생상황 조사. 최근 우리나라에 발생하여

피해 확산이 우려되는 주요 바이러스인 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV), 토마토반점위조바이러스(TSWV)와 토마토덤불위축바이러스(TBSV)는 농업현장에서 민원이 제기되어 임상진단 후 현장에서 발생 확인을 하였다. 농업현장 발생 조사 시에 재배 작물뿐만 아니라 주변의 전염원인 자연 기주 식물도 함께 시료를 채집하여 바이러스 감염여부를 조사하였다.

결과 및 고찰

농업현장 바이러스 발생 상황. 2010년 농업현장에서 임상진단 요청한 채소류 종류와 감염된 바이러스의 종류를 보면 고추 등 8종의 작물이었으며, 임상진단 요청이 많았던 작물은 토마토가 31.8%, 수박 21.4%, 고추 19.5%의 순서로 농업현장에서 바이러스병으로 인한 피해가 가장 많이 일어나고 있음을 알 수 있다(Table 1). 과수류는 사과, 배, 포도, 복숭아가 임상진단 요청되었으며, 이중 포도가 63.6%, 사과가 33.0%로서 대부분을 차지하고 있었다(Table 2). 화훼류에서는 국화 등 6종의 작물에서 임상

Table 1. Infection rate of viruses on vegetable crops from agricultural actual places in 2010

Crop	No. of specimens infected	% in total	Viruses identified ^a (No. of specimens)
Red pepper	30	19.5	BBWV2 (2), CMV (6), PepMoV (5), PMMoV (6), TSWV (4), PVY (7)
Paprika	13	8.4	BBWV2 (2), CMV (5), PepMoV (2), TSWV (4)
Tomato	49	31.8	CMV (12), PepMoV (1), TBSV (12), ToMV (4), TSWV (3), TYLCV (17)
Watermelon	33	21.4	CMV (2), CGMMV (2), MNSV (27), WMV2 (1), ZYMV (1)
Cucumber	15	9.8	CMV (7), WMV2 (1), ZYMV (7)
Gourd	8	5.2	CGMMV (1) ^b , WMV2 (2), ZGMMV (5)
Radish	4	2.6	TuMV (4)
Potato	2	1.3	CMV (2)
Total	154	100	

^aBBWV2: *Broad bean wilt virus2*, CGMMV: *Cucumber green mottle mosaic virus*, CMV: *Cucumber mosaic virus*, MNSV: *Melon necrotic spot virus*, PepMoV: *Pepper mottle virus*, PMMoV: *Pepper mild mottle virus*, PVY: *Potato virus Y*, RMV: *Ribgrass mosaic virus*, TBSV: *Tomato bushy stunt virus*, ToMV: *Tomato mosaic virus*, TSWV: *Tomato spotted wilt virus*, TuMV: *Turnip mosaic virus*, TYLCV: *Tomato yellow leaf curl virus*, WMV2: *Watermelon mosaic virus2*, ZGMMV: *Zucchini green mottle mosaic virus*, ZYMV: *Zucchini yellow mosaic virus*.

^bCGMMV was detected in group of seeds.

Table 2. Infection rate of viruses on orchard crops from agricultural actual places in 2010

Crop	No. of specimens infected	% in total	Viruses identified ^a (No. of specimens)
Apple	38	33.0	ACLSV (7), ASGV (10), ASPV (11), ASSVd (10)
Pear	2	1.7	ASGV (1), ASSVd (1)
Grape	73	63.6	GFLV (3), GFkV (20), GLRaV-2 (1), GLRaV-3 (12), GYSVd2 (8), HSVd (29)
Peach	2	1.7	ApMV (1), ACLSV (1)
Total	115	100	

^aACLSV: *Apple chlorotic leaf spot virus*, ApMV: *Apple mosaic virus*, ASGV: *Apple stem grooving virus*, ASPV: *Apple stem pitting virus*, ASSVd: *Apple scar skin viroid*, GFLV: *Grapevine fanleaf virus*, GFkV: *Grapevine fleck virus*, GLRaV: *Grapevine leafroll associated virus*, GYSVd2: *Grapevine yellow speckle viroid2*, HSVd: *Hop stunt viroid*.

Table 3. Infection rate of viruses on floral crops from agricultural actual places in 2010

Crop	No. of specimens infected	% in total	Viruses identified ^a (No. of specimens)
Chrysanthemum	5	10.0	CSVd (5)
Orchid	2	4.0	ORSV (1), CYMMV (1)
Carnation	2	4.0	CarMV (2)
Sapinia	1	2.0	TMV (1)
Tulip	30	60.0	CMV (24), TBV (6)
Cactus	10	20.0	CVX (10)
Total	50	100	

^aCarMV: *Carnation mottle virus*, CMV: *Cucumber mosaic virus*, CSVd: *Chrysanthemum stunt viroid*, CVX: *Cactus virus X*, CYMMV: *Cymbidium mosaic virus*, ORSV: *Odontoglossum ringspot virus*, TBV: *Tulip breaking virus*, TMV: *Tobacco mosaic virus*.

진단 요청이 있었으며, 이 중 튜립이 60.0%, 선인장 20.0%, 국화 10%로 농업현장에서 바이러스병으로 인한 피해가 있음을 알 수 있다(Table 3). 채소류 감염 바이러스의 종류는 고추의 경우 BBWV2 등 6종이 감염되었으며, 토마토 역시 동일하게 CMV 등 6종이 감염되어 고추와 토마토는 가장 많은 종류의 바이러스가 감염되어 피해를 받고 있었다(Table 1). 수박에서는 CMV 등 5종이 감염되었고, 파프리카는 BBWV2 등 4종, 오이는 CMV 등 3종, 대목용 박은 CGMMV 등 3종이 감염되었다. 우리나라 고추에 발생하는 바이러스 발생 양상을 살펴보면 2002년의 경우 재배 양식에 따라 바이러스 발생 양상은 약간 다르게 검출이 되었으나 전체적으로 총 7종의 바이러스가 감

염되는 것을 확인하였다. 노지 고추의 경우 단독 및 복합 감염된 바이러스 중 대부분을 차지하고 있는 바이러스는 CMV (59.0%) 및 BBWV2 (58.6%)로 검출이 되었다(Lee 등, 2004). 2002년-2006년 고추 주요 재배지를 대상으로 바이러스병을 모니터링 결과에서도 CMV가 29.4%, BBWV2가 25.6%로 2종 바이러스의 발생률이 비슷한 경향을 보였다(Cho 등, 2007; Kim 등, 2007). 또한 2009년과 2010년 농업현장에서 임상진단 요청한 시료의 바이러스 감염양상과 매우 비슷한 결과를 보였다.

과수류 바이러스병 임상 요청 중 포도에서는 *Grapevine fanleaf virus*(GFLV) 등 4종의 바이러스와 *Hop stunt viroid*(HSVd) 등 2종의 바이로이드가 단독 및 복합감염되어 과수류 중에서 가장 큰 피해를 보고 있는 것으로 확인되었다(Table 2). 그 다음으로 사과는 *Apple chlorotic spot virus*(ACLSV) 등 3종의 바이러스와 *Apple scar skin viroid*(ASSVd)가 지역적으로 큰 피해를 주고 있는 것으로 확인되었다(Kim 등, 2010b). 특히, ASSVd는 1998년 경북 의성 지역의 일본 도입 품종인 미끼라이프 품종에서 최초로 보고된 이후 2000년도에 경북 의성, 군위, 영주, 상주, 안동, 문경 지역 7개 농가에서 1,098주의 감염이 확인되었다. 농가별 감염률은 역시 8%에서 100%로 농가별 차이를 크게 보였으며, 100% 감염된 사과 재배 농가는 상품의 수량 및 품질에서 피해를 많이 받았다. 역학 조사 결과 ASSVd의 확산은 일본 도입 품종인 감염된 미끼라이프에 의한 접목전염에 의하여 확산된 것으로 확인되었다(미발표 자료). 2009년과 2010년의 사과의 바이로이드 감염 실태 조사에서도 경기도 등에서 3.6%가 감염된 것으로 보고되었으며(Kim 등, 2010b; Kwak 등, 2009), 2010년의 임상진단 결과에서도 ASSVd의 감염이 사과뿐만 아니라 배에서도 확인되었으므로 이에 대한 예방 대책 마련이 시급하다.

2010년 농업현장에서 발생한 주요 바이러스의 종류는 CMV 등 32종이었으며 바이로이드는 ASSVd 등 4종이었다(Table 4). 채소류의 경우 2008년 9종(Kim 등, 2009b), 2009년 19종(Choi 등, 2010), 2010년 16종으로 2008년에 비하여 2009년과 2010년에는 약 2배 이상 바이러스의 종류가 증가하여 피해를 일으키고 있음을 알 수 있다. 기주 식물의 종류와 바이러스 및 바이로이드 병원체의 특성을 고려하면 채소류의 경우 CMV가 17.4%로 농업현장에서 가장 중요한 바이러스이며 MNSV가 8.1%, TYLCV가 5.1%, TBSV가 3.6%, TSWV가 3.3%로서 CMV 이외에는 MNSV 등 4종의 바이러스 모두 우리나라에서 비교적 최근에 새로 발생한 바이러스이므로 농업현장에 새로운 바이러스에 의한 피해가 지속되고 있음을 알 수 있다. 과수류의 경

Table 4. Viruses and viroids detected on the specimens requested for the virus diagnosis from agricultural actual places in 2010

Virus species	No. of samples detected ^a	% in total
<i>Alfalfa mosaic virus</i>	4	1.2
<i>Apple chlorotic leaf spot virus</i>	8	2.4
<i>Apple mosaic virus</i>	1	0.3
<i>Apple scar skin viroid</i>	11	3.3
<i>Apple stem grooving virus</i>	10	3
<i>Apple stem pitting virus</i>	12	3.6
<i>Broad bean wilt virus 2</i>	9	2.7
<i>Cactus virus X</i>	10	3
<i>Carnation mottle virus</i>	2	0.6
<i>Chrysanthemum stunt viroid</i>	5	1.5
<i>Cucumber green mottle mosaic virus</i>	3	0.9
<i>Cucumber mosaic virus</i>	58	17.4
<i>Cymbidium mosaic virus</i>	1	0.3
<i>Grapevine fanleaf virus</i>	3	0.9
<i>Grapevine fleck virus</i>	20	6
<i>Grapevine leaf roll associated virus 2</i>	1	0.3
<i>Grapevine leaf roll associated virus 3</i>	12	3.6
<i>Grapevine yellow speckle viroid 2</i>	8	2.4
<i>Hop stunt viroid</i>	29	8.7
<i>Melon necrotic spot virus</i>	27	8.1
<i>Odontoglossum ringspot virus</i>	1	0.3
<i>Pepper mild mottle virus</i>	6	1.8
<i>Pepper mottle virus</i>	8	2.4
<i>Potato virus Y</i>	7	2.1
<i>Ribgrass mosaic virus</i>	1	0.3
<i>Soybean mosaic virus</i>	4	1.2
<i>Tobacco mosaic virus</i>	1	0.3
<i>Tomato bushy stunt virus</i>	12	3.6
<i>Tomato mosaic virus</i>	4	1.2
<i>Tomato spotted wilt virus</i>	11	3.3
<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	17	5.1
<i>Tulip breaking virus</i>	6	1.8
<i>Turnip mosaic virus</i>	4	1.2
<i>Watermelon mosaic virus 2</i>	4	1.2
<i>Zucchini green mottle mosaic virus</i>	5	1.5
<i>Zucchini yellow mosaic virus</i>	8	2.4
Total	333	100

^aVirus occurrence rearranged from Table 1-3.

우에는 *Grapevine fleck virus*(GFkV)가 6.0%, *Grapevine leaf roll associated virus-3*(GLRaV-3)와 *Apple stem pitting virus*(ASPV)가 3.6%, *Apple stem grooving virus*(ASGV)가

3.0%로 4종의 바이러스가 가장 많이 발생하고 있었다.

바이러스 종류별 감염 양상을 보면 CMV는 고추 등 8종의 채소 작물 중 6종의 작물과 튜립에 발생하고 있어 우리나라 농업현장에서 피해가 가장 큰 바이러스의 하나이며 다음으로는 BBWV2가 고추, 파프리카, 지황에서 피해를 주고 있다(Table 2). CMV는 대부분 모자이크 증상을 일으키지만 최근에 고추 과일에서는 괴저 증상(Cho 등, 2007), 잎에 엽맥 퇴색 및 괴저, 원형반점(Kim 등, 2008; Kim 등, 2009c) 등 다양하고 새로운 병징이 계속적으로 늘어나고 있다. 이러한 병원성 변이에 따른 다양한 작물에 큰 피해가 발생이 예상되므로, CMV의 병원성 변이, 계통분류 체계 확립 및 작물별 저항성 품종 개발 등 시급한 대책 마련이 필요할 것으로 사료된다. 임상 요청된 약용작물 중 약용작물인 지황이 한개의 시료가 임상진단 요청되었으며 BBWV2와 *Ribgrass mosaic virus*(RMV)가 감염되어 있었다. RMV는 우리나라에서 자연 기주로 배추의 줄기 괴저 병징을 일으키는 것으로 보고되어 있으며, 특히 가지과 식물에 병원성이 강한 토양 정착형 바이러스이므로 약초류에 있어서 바이러스에 대한 발생 실태 연구가 필요할 것으로 사료된다.

종자 전염 및 토양 정착형 바이러스인 *Cucumber green mottle mosaic virus*(CGMMV), *Pepper mild mottle virus*(PMMoV), *Tobacco mosaic virus*(TMV), *Tomato mosaic virus*(ToMV) 등은 가지과 및 박과 작물에 지속적으로 피해가 발생하고 있어 건전한 종자와 농작업 시 접촉전염 방지를 위한 각별한 주의가 필요하다. *Melon necrotic spot virus*(MNSV)는 2001년 전남 나주 지역의 멜론에 최초로 발생한(Choi 등, 2003) 이후 전국적으로 발생하고 있으며, 2005년 경북 함천 지역에서 수박에 처음 발생한(Cho 등, 2005b) 이후 2006년 경북 안동, 2007년 강원 양구, 전북 고창 지역에서 발생하였으며(Kim 등, 2008), 2010년에도 고창 지역의 노지 재배 수박에 지속적으로 발생하고 있어 전국적으로 수박 주산단지에 정착될 경우 경제적 피해가 매우 커질 것으로 우려되므로 건전 종자를 이용하고 이미 발생한 토양에서는 토양 소독 등으로 전국적 확산을 방지하여 할 것이다.

벼 줄무늬잎마름병. 벼줄무늬잎마름바이러스(*Rice stripe virus*, RSV)는 우리나라에서 1935년에 경남 밀양, 구례, 진주 지역에서 처음 발생 보고된 이후 2007년부터 3년간 서해안 지역을 중심으로 큰 피해가 발생하였다(Chung과 Lee, 1971). 2007년에는 전라남도 부안과 충남 서천 지역을 중심으로 4,457 ha 면적에 대 발생하였으며(Kim 등, 2008), 2008년에는 전라남도 진도와 해남을 중심으로 869.5 ha가 돌연 발생하여 피해가 컸다(Kim 등, 2009b).

2009년에도 RSV가 우리나라 서해안 지역 전체에 발생하여 수량 감소가 50% 이상인 포장이 14.2%에 달하였으며 (Choi 등, 2010), 전국적으로는 21,541 ha가 발생하였다. 이와 같은 대 발생 원인은 중국에서 5월 30일-6월 1일경에 다량의 애멸구 성충이 비래하여 이양 초기인 6월 초의 벼에 바이러스를 전염시킨 것으로 확인되었다(Kim 등, 2009b; Kim, 2009). 그러나 2010년에는 RSV의 매개충인 애멸구의 외국에서 대량 비래가 없었기 때문에 전국적인 발생 면적은 예찰담 발생을 기초로 한 산출면적이 447 ha로 경제적 피해 발생은 거의 나타나지 않았다. 2010년에는 RSV의 대량 발생이 없었지만 매개충인 애멸구의 대량 비래 시기인 5월 말에서 6월 초 경에는 비래에 대하여 주의 깊게 관찰하여야 할 것이다.

토마토 황화잎말림병. 토마토황화잎말림바이러스(*Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV)는 2008년 5월 경상남도 통영지역 시설 재배 토마토에서 우리나라에서 처음으로 발생이 확인되었다(Ji 등, 2008a,b; Kim 등, 2009b; Kwak

등, 2008a,b). TYLCV 병징은 토마토 잎 가장자리가 황화되고 위쪽으로 오그라들고 작아 지며, 식물체 전체가 위축되고 총생 되어 생육 초기에 감염되면 수확을 거의 할 수 없어 경제적 피해가 매우 크다. 2008년 최초 발생 이후 당년에 경남 7개 지역, 전북 3개 지역, 전남 1개 지역, 제주 1개 지역 등 총 12개 시·군에 확산되어 피해가 매우 컸었다. 2009년에는 경남 8개 시·군, 전북 2개 시·군, 전남 5개 시·군, 경북 5개 시·군, 전남 2개 시·군, 제주 서귀포 등 23개 시·군으로 확산되어 2년차에 35개 시·군으로 확산되었다(Choi 등, 2010). 2010년에는 전북 부안 등 5개 시·군, 전남 여수 등 6개 시·군, 경북 고령 등 2개 시·군, 경남 온양, 충남 공주 등 2개 시·군, 충북 보은 옥천 등 총 18개 시·군으로 확산되었다(Table 5). TYLCV의 확산은 2008년 이후 3년만에 58개 시·군으로 급속히 확산되어 앞으로 TYLCV에 의한 피해 발생은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

2010년까지 TYLCV의 발생 도별 지역을 보면, 경남 16개 시·군, 경북 10개 시·군, 전남 13개 시·군, 전북 11개 시·군, 충남 4개, 충북 2개, 제주 2개 등으로 전남 전북을 포함하여 도내 전 지역으로 확산하고 있으며 경북 중남부 지역과 충남 남부 지역으로 확산하였고 충북 보은 지역에서 발생되어 위도 36.5도 이남 지역까지 확산하였다. TYLCV는 위도 36.5도 이남 지역에서는 발생 지역에서 주변으로 더욱 확산될 것으로 예상되며, 발생하지 않은 충남, 충북, 경북 북부 지역 및 경기도와 강원도의 확산이 예상된다. 토마토의 TYLCV의 급속한 확산은 2008년 초기 방제에 적절한 대응을 하지 못하였을 뿐만 아니라 발생지 주변의 자연 기주 식물의 감염에 따른 바이러스의 정착화, 육묘장 감염묘의 발생 지역 한계 극복으로 인한 요인들에 의한 것으로 생각된다. 따라서 이미 TYLCV가 이미 발생하여 정착화한 지역에서는 기주 식물로 알려진 털쇠무릎(*Achyranthes fauriei*), 주홍서나물(*Crassocephalum crepidioides*), 큰방가지뚱(*Sonchus asper*) 등에 대한 철저한 방제와 함께 건전한 유묘 구입 및 토마토 재배 작기 중 매개충인 담배가루이의 철저한 방제가 중요하다(Kim 등, 2009a).

토마토 원형반점병. 토마토반점위조바이러스(*Tomato spotted wilt virus*, TSWV)는 2004년 안양 관양동 지역에서 대 발생 하였으며 피해 병징은 토마토가 고사하고 후기에 감염된 토마토는 과일에 전형적인 원형반점 및 다중 원형반점이 나타나므로 누구나 쉽게 TSWV의 감염을 알 수 있다(Cho 등, 2005a; Kim 등, 2006). 2005년 충남 당진, 2006년 충남 태안, 홍성, 서산; 전북 임실, 남원; 전남 순천, 광주 등 7개 지역으로 확산되었다. 2007년에는

Table 5. Areas recorded newly in the occurrence of *Tomato yellow leaf curl virus* and *Tobacco leaf curl virus* in Korea

Year	Province	Area occurred ^b
2008 (12) ^a	Gyeongnam (7)	Tongyeong, Geoje, Masan, Goseong, Jinju, Sacheon, Gimhae
	Jeonbuk (3)	Sunchang ^c , Iksan ^d , Jeonju
	Jeonnam (1)	Gwangyang
	Jeju (1)	Jeju
2009 (23)	Gyeongnam (8)	Busan, Changwon, Miryang, Uiryeong, Haman, Changnyeong, Namhae, Hapcheon
	Jeonbuk (2)	Gimje ^d , Gunsan
	Jeonnam (5)	Haenam, Goheung, Jangheung, Suncheon, Gwangju
	Gyeongbuk (5)	Gyeongju, Yeongcheon, Seongju, Gunwi, Uiseong
	Chungnam (2) Jeju (1)	Nonsan, Buyeo Seogwipo
2010 (18)	Jeonbuk (5)	Buan, Gochang, Jeongeup, Jangsu, Imsil
	Jeonnam (6)	Yeosu, Gangjin, Boseong, Yeongam, Gurye, Damyang
	Gyeongbuk (2)	Goryeong, Gyeongsan
	Gyeongnam (1)	Eonyang
	Chungnam (2)	Gongju, Cheongyang
	Chungbuk (2)	Boeun, Okcheon

^aTotal number of areas recorded newly in the year and province, respectively.

^bVirus infection was judged by visual inspection and PCR.

^c*Tobacco leaf curl virus* was occurred only at Sunchang.

^dTwo viruses, *Tomato yellow leaf curl virus* and *Tobacco yellow leaf curl virus*, were occurred in Iksan and Gimje.

Table 6. Areas recorded newly in the occurrence of *Tomato spotted wilt virus* in Korea

Year	Province	Area occurred ^b
2004 (1) ^a	Gyeonggy (1) ^a	Anyang
2005 (1)	Chungnam (1)	Dangjin
	Chungnam (3)	Taeon, Hongseong, Seosan
2006 (7)	Jeonbuk (2)	Imsil, Namwon
	Jeonnam (2)	Suncheon, Gwangju
2007 (3)	Chungnam (2)	Yesan, Seocheon
	Gyeonggy (1)	Bucheon
2008 (5)	Chungnam (1)	Cheongyang
	Jeonnam (2)	Naju, Yeonggwang
	Gyeonggy (2)	Hwaseong, Anseong
2009 (6)	Chungnam (1)	Gongju
	Jeonnam (1)	Hampyeong
	Gangwon (1)	Gangneung
	Gyeongnam (3)	Haman, Gimhae, Hadong
2010 (2)	Jeonbuk (1)	Jinan
	Jeju (1)	Jeju

^aTotal number of areas recorded newly in the year and province, respectively.

^bVirus infection was judged by visual inspection and RT-PCR.

충남 예산, 서천 및 경기 부천지역에서 발생하였으며(Kim 등, 2008), 2008년에는 충남 청양, 전남 나주 및 영광, 경기 화성 및 안성 지역 등 5개 지역으로(Kim 등, 2009b) 확산되었다. 2009년에는 충남 공주, 전남 함평, 강원 강릉, 경남 함안, 김해 및 하동 지역으로 확산되었다(Choi 등, 2010).

2010년에는 전북 진안 및 제주도의 제주 지역에서 새로이 발생하여(Table 6), 전국적 발생 상황을 보면 총 25개 시·군으로 확산되었다. 전북의 경우 감염 묘의 이동에 의한 발생을 고려하면 경기, 충남, 전남 서해안 지역을 중심으로 확산하고 있으며 경남 지역으로 확산하고 있는 추세임을 알 수 있다. 2010년 TSWV의 확산은 일단 주춤하여 진 것으로 조사되었으나 2005년과 2007년의 경우를 보면 각각 1개 지역과 3개 지역 확산에 그친 것으로 보아 금후 TSWV의 확산이 증가할 가능성도 있음을 알 수 있다. 이와 같은 확산 가능성은 TSWV가 900여종의 식물에 감염하는 기주 범위가 매우 넓은 바이러스이며(Petters, 1998), 국화 등 화훼류(Kim 등, 2006), 콩 등 밭 작물에서 감염이 우리나라에서 이미 확인되었을 뿐만 아니라(Cho 등, 2005a), 2009년 TSWV가 발생했던 시설 하우스 중 동계작물 재배 및 방치 하우스에서 기주식물을 조사한 결과 개밀을 포함한 8종에서 감염을 확인하였으며, 2009년 TSWV가 발생했던 3개 지역에서 2010년 춘

Table 7. Areas recorded newly in the occurrence of *Tomato bushy stunt virus* in Korea

Year	Province	Area occurred ^b
2004 (1) ^a	Gyeongnam (1) ^a	Sacheon (Yonghyeon-myeon, Noryong-dong, 2010)
2006 (1)	Chungbuk (1)	Chungju (Iryu-myeon)
2007 (1)	Gyeongnam (1)	Busan (Daejeo-dong)
2009 (1)	Gyeongbuk (1)	Gimcheon (Gammun-myeon)
2010 (1)	Gyeongnam (1)	Jinju (Jeongchon-myeon, Geumgok-myeon)

^aTotal number of areas recorded newly in the year and province, respectively.

^bVirus infection was judged by visual inspection and RT-PCR.

계 고추 육묘 중인 시설하우스 내부 및 주변에서 자연 기주 식물을 조사한 결과 갈퀴덩굴 등 7종에서 감염을 확인함으로써(Kim 등, 2010a), 확산 가능성은 다른 어떤 바이러스 보다 매우 크기 때문에 이미 발생한 주변 지역을 중심으로 지속적인 모니터링이 필요하다.

토마토 덩불위축병. 토마토덩불위축바이러스(*Tomato bushy stunt virus*, TBSV)는 2004년 경상남도 사천 지역 토마토에서 처음 발생한 이후(Kim 등, 2007), 2006년 충청북도 충주 지역의 방울 토마토, 2007년 부산 대저 지역의 토마토에서 발생하였으며(Kim 등, 2008), 2009년 경상북도 김천 지역의 토마토에서 발생이 확인되었다(Choi 등, 2010). TBSV의 충주 지역의 경우 비닐 하우스 2동, 600 m²에서 약 60%로 발병률이 매우 높았으며(Kim 등, 2008), 2008년 김천 지역은 비닐 하우스 2,500 m²에서 발병률이 85.7%로 기형 증상으로 인하여 과일이 잘 달리지 않거나 크지 못하고 기형이 되어 피해가 매우 컸었다. 2010년에는 경남 진주 지역 토마토에서 발생하여 총 5개 지역으로 확산되었다(Table 7). 또한 최초 발생지역인 경남 사천 지역뿐만 아니라 노룡동 지역에서도 신규로 발생하였다. 2009년 TBSV가 발생하였던 김천 지역의 경우 발생 토양에 연작을 함으로서 평균 감염률은 55.5%로 매우 높았으며, TBSV가 토양 정착형 바이러스이고 또한 물리적 안정성이 높아 접촉전염이 쉽게 되는 바이러스이나 토양소독에 의하여 2010년에는 전혀 발생이 없었다. 지속적인 전염원을 근절하기 위해서는 건전 종자 이용 및 발생 토양의 토양 소독 등 근절 대책을 지속적으로 하여야 한다.

요 약

2010년 농업현장의 농업인 등이 임상진단 요청한 시료

중 채소류는 고추 등 8개 작물이었으며 이중 토마토가 31.8%, 수박 21.4%, 고추 19.5%로 바이러스병으로 인한 피해가 많은 작물이었다. 과수류는 사과 등 4작물이었으며, 포도가 63.6%, 사과 33.0%로서 임상진단 요청시료의 대부분을 차지하였다. 화훼류는 국화 등 6개 작물이었으며, 튜립 60.0%, 선인장이 20.0%로 바이러스 피해가 발생하고 있었다. 바이러스 감염시료를 분석한 결과 고추와 토마토는 CMV, BBWV2 등 6종의 바이러스가 감염되었으며, 수박은 MNSV, CMV 등 5종의 바이러스가 감염되었다. 포도는 GFkV 등 6종의 바이러스가 감염되었다. 바이러스 종류별 감염은 CMV가 8종의 채소류 중 6종의 채소류와 튜립에 감염되었다. 2010년 농업현장에서 임상진단한 시료에 감염된 바이러스는 32종이었으며, 바이로이드는 4종이었다. 토마토황화잎말림바이러스(TYLCV)는 2010년 전북 부안 등 6개 도 18개 시·군에 신규로 발생되어 2008년 처음 발생한 이후 총 58개 시·군으로 확산되었다. 토마토원형반점바이러스(TSWV)는 2010년 전북 진안, 제주도의 제주 지역에서 신규로 발생하였으며, 2004년 안양 관양동 지역에 대 발생한 이후 25개 시·군에 확산되었으나, 경북 및 충북 지역에서는 현재까지 발생하지 않았다. 토마토덤불위축바이러스(TBSV)는 2010년 경남 진주 지역에 신규로 발생하여 2004년 경남 사천지역에 처음 발생한 이후 경남 충북 지역의 5개 시·군에 발생하였다.

References

- Cho, J. D., Kim, J. S., Kim, J. Y., Kim, J. H., Lee, S. H., Choi, G. S., Kim, H. R. and Chung, B. N. 2005a. Occurrence and symptoms of *Tomato spotted wilt virus* on vegetables in Korea. *Res. Plant Dis.* 11: 213–216. (In Korean)
- Cho, J. D., Kim, J. S., Kim, T. S. and Kim, J. H. 2005b. *Melon necrotic spot virus* inducing necrotic spots on watermelon in Korea. *Plant Pathology J.* 21: 425. (Abstract)
- Cho, J. D., Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, G. S. and Chung, B. N. 2007. Viruses and symptoms on peppers, and their infection types in Korea. *Res. Plant Dis.* 13: 75–81. (In Korean)
- Choi, G. S., Kim, J. H. and Kim, J. S. 2003. Characterization of *Melon necrotic spot virus* isolated from muskmelon. *Plant Pathology J.* 19: 123–127.
- Choi, H. S., Lee, S. H., Kim, M. K., Kwak, H. R., Kim, J. S., Cho, J. D. and Choi, G. S. 2010. Occurrence of virus diseases on major crops in 2009. *Res. Plant Dis.* 16: 1–9. (In Korean)
- Chung, B. J. and Lee, S. H. 1971. Studies on the host range of *Rice stripe virus*. *Korean J. Plant Prot.* 10: 85–89. (In Korean)
- Ji, J., Oh, T. K., Lee, H. J., Kim, S. H., Rajangam, U., Kim, S. C., Kim, Y. S. and Choi, C. W. 2008a. Molecular characterization of tomato infecting *Tobacco leaf curl geminivirus* isolated from Jeju island. *Res. Plant Dis.* 24: 238. (Abstract)
- Ji, J., Sumita, L., Lee, H. J., Oh, T. K., Kim, S. J., Lee, H. K., Kim, S. C. and Choi, C. W. 2008b. Occurrence and characterization of tomato infecting Geminivirus in Korea. *Plant Pathology J.* 24: 238. (Abstract)
- Kim, C. S., Choi, H. S., Lee, G. S., Kim, J. G., Ko, S. J., Kim, M. K., Kim, K. H., Kim, J. S. and Jee, H. J. 2010a. Time-periodic infection rate of weed host in TSWV outbreak areas. *Korean Soc. Weed Sci.* 119 pp. (Abstract)
- Kim, C. S., Choi, H. S., Lee, G. S., Kim, M. K., Kim, J. D., Cho, J. R., Lee, B. M., Nam, H. S., Lee, I. Y., Lee, J. H. and Knag, C. K. 2009a. Natural weed host plants infected with TYLCV. *Korean Soc. Weed Sci.* 120 pp. (Abstract)
- Kim, D. H., Kim, H. R., Heo, S., Kim, S. H., Shin, I. S., Kim, J. H., Cho, K. H. and Hwang, J. H. 2010b. Detection and occurrence of *Apple scar skin viroid* using Real time RT-PCR based on SYBR-Green. *Res. Plant Dis.* 16: 385. (Abstract)
- Kim, J. S. 2009. Forecasting and occurrence of SBPH and RSV in Korea. APEC workshop on the epidemics of migratory insect pests and associated virus disease in rice and their impact on food security in APEC member economies. pp. 90–106.
- Kim, J. S., Cho, J. D., Kim, J. Y., Lee, S. H., Chung, B. N. and Kim, J. H. 2006. Occurrence and symptoms of *Tomato spotted wilt virus* on ornamental plants in Korea. *Res. Plant Dis.* 12: 148–151. (In Korean)
- Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, H. S., Choi, G. S., Cho, J. D. and Chung, B. N. 2008. Survey of viral diseases occurrence on major crops in 2007. *Res. Plant Dis.* 14: 1–9. (In Korean)
- Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, H. S., Kim, M. K., Kwak, H. R., Cho, J. D., Choi, G. S. and Kim, J. Y. 2009b. Occurrence of virus diseases on major crops in 2008. *Res. Plant Dis.* 15: 1–7. (In Korean)
- Kim, M. K., Kwak, H. R., Jeong, S. G., Ko, S. J., Lee, S. H., Park, J. W., Kim, K. H., Cha, B. J. and Choi, H. S. 2007. First report on *Tomato bushy stunt virus* infecting tomato in Korea. *Plant Pathology J.* 23: 143–150. (In Korean)
- Kim, M. K., Kwak, H. R., Lee, K. H., Ko, S. J., Lee, S. H., Kim, J. S., Kim, K. H., Cha, B. J. and Choi, H. S. 2009c. Characteristics of *Cucumber mosaic virus* causing symptoms of tip necrosis on pepper. *Res. Plant Dis.* 24: 205. (Abstract)
- Kwak, H. R., Kim, M. K., Kim, J. D., Kim, Lee, S. H., Kim, J. S., Kim, K. H. and Choi, H. S. 2009. Virus disease incidences of apple in Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 218. (Abstract)
- Kwak, H. R., Kim, M. K., Lee, G. S., Kim, C. S., Kim, M. J., Kim, J. D., Lee, S. H., Kim, J. S., Lee, S. C. and Choi, H. S. 2008a. Molecular characterization of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) isolated firstly in Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 238. (Abstract)
- Kwak, H. R., Kim, M. K., Lee, G. S., Kim, C. S., Kim, M. J., Kim, J. D., Lee, S. H., Kim, J. S., Lee, S. C. and Choi, H. S. 2008b. Sequence analysis and classification of TLCV (*Tobacco leaf*

- curl virus*) infecting *Lycopersicon esculentum* in Korea. *Res. Plant Dis.* 24: 238. (Abstract)
- Lee, S. H., Lee, J. B., Kim, S. M., Choi, H. S., Park, J. W., Lee, J. S., Lee, K. W. and Moon, J. S. 2004. The incidence and distribution of viral diseases in pepper by cultivation types. *Res. Plant Dis.* 10: 231–240. (In Korean)
- Peters, D. 1998. An updated list of plant species susceptible to tospoviruses. In : Recent progress in tospovirus and thrips research, eds. by D. Peters and R. W. Goldbach, pp. 107–110. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands.