

蘭科植物에 發生하는 바이러스病 과 防除法

장 무 응

영남대학교 이과대학 생물학과

세계적으로 난재배의 큰 진보와 전환을 가져오게 된 것은 생장점의 조직배양에 의한 번식법에 의해서이다. 조직배양법에 의해 우량품종의 대량증식이 용이해져, 현재는 난재배가 급속히 증가되고 있는 실정이다. 그런데 여기에 큰 문제가 야기된 것이 바이러스 병의 발생이다. 이것이 현재 난 재배자에 가장 큰 위협적인 것으로 되어있다고 해도 좋을 것이다. 왜냐하면 아직까지 바이러스 병을 효과적으로 치료할 수 있는 약제가 발견되지 않았고, 또한 식물에는 동물에 있어서 항체반응과 같은 적극적인 방어능력도 갖고있지 않기 때문이다. 난은 주로 영양번식에 의존함으로써 한번 친주가 바이러스에 감염되면 바이러스는 영양기관을 통하여 후대에 수직으로 전해지고, 또한 곤충에 의한 매개 등이 수평전반을 하여 우수품종도 전주가 바이러스에 감염되어 생장의 지연, 품질의 저하 등 품종 퇴화의 중요 원인이 되고있다. 따라서 난을 바이러스로부터 보호하기 위해서는 바이러스에 감염되지 않도록 예방하는 방법 이외는 별다른 대책이 없기 때문이다. 바이러스의 예방을 확실히 하기 위해서는 난의 바이러스 병의 병징, 바이러스의 종류 및 성질, 전파양식 등을 확실히 규명하는 것이 중요하다. 현재까지 난과식물의 병원 바이러스는 bean yellow mosaic virus(BYMV)(44,57), clover yellow vein virus(CYVV)(46), cucumber mosaic virus (CMV)(25,39,45), cymbidium mild mosaic virus(CyMMV)(12), cymbidium mosaic virus(CyMV)(24), cymbidium ringspot virus (CyRSV)(34), dendrobium mosaic virus (DMV)(40), dendrobium vein necrosis virus(55), odontoglossum ringspot virus (OR SV)(37,48,71), orchid fleck virus(OFV)(9,20,56), pecteilis mosaic virus(41), spiranthes mosaic virus(SMV)(8), tobacco rattle virus(58), tomato ringspot virus (ToRSV)(28), tomato spotted wilt virus(ToSWV)(43), turnip mosaic virus(TuMV)(58), unidentified viruses의 cypripedium filamentous virus(CFV)(72), vanilla mosaic virus(VMV)(82), trichopilia isometric virus(TIV), masdevallia isometric virus (MIV), dendrobium rhabdovirus (DRV), long orchid rhabdovirus(LRV), laelia red leafspot virus(LRLV), 등 23 종류 이상이 보고되어 있다. 그러나 한국에서는 1976년 이와 나(54)가 CyMV를 처음으로 보고한 이래, BYMV, CMV, CyMMV, DMV, ORSV, OFV, SMV가 보고되어 있다.

난은 한국에서도 오래 전부터 한란, 풍란, 중국춘란, 보세란 등이 재배되어 왔으나, 서양란이 수입되고부터 온실재배와 조직배양 등의 배양기술이 진보되어 난재배가 급속도로 증가하게 되었다. 특히 난전문점도 대량적으로 난을 수입 또는 조직배양에 의해 대량증식의 재배체계가 비약적으로 확대되어 난재배가 대중화 되었다. 1991년 장 등이 한국산의 난에 발생하고 있는 바이러스에 대한 중

2 식물병과 농업

합적인 연구 및 바이러스 무독주의 생산에 대한 연구결과를 보고하였다(13,14). 이 연구에서는 1985년부터 1989년까지 5년간 한국에서 재배되고 있는 동양난과 서양란은 물론, 한국의 자생란까지 포함한 한국산 난과식물에 발생하는 바이러스 병을 조사하였고, 이들 병원 바이러스도 분리, 동정하였다. 또한 이들 바이러스의 항혈청의 제작과 전파양식을 규명하여 난 바이러스 병의 진단과 예방책을 확립하였다.

근년에 난과식물을 비롯하여 수종의 식물의 정단 분열조직 세포에서도 바이러스 입자의 존재가 확인되어, 종래의 성장점 조직배양에 의한 바이러스 무독화에 문제점이 있음이 지적하고 있다(4,5,6, 17,18,19,53,77). 그래서 각종 바이러스에 감염된 난 식물체의 각각의 바이러스 입자의 존재양식을 전자현미경을 이용하여 조사하였고, 특히 정단 분열조직의 각 부위별로 바이러스 입자의 존재유무를 확인하였다. 이들의 결과를 중심으로 한국산 난과식물에 발생하는 바이러스병과 세계적으로 보고된 난 바이러스 병에 대하여 정리해 보도록 하겠다.

1. 난과식물의 병원 바이러스의 성질

장 등은 1985-1989년 사이 한국에서 자생하는 야생란 및 재배란에 발생한 바이러스 증상주(13속 52종에 속하는 640주)에 대하여 기생범위, 바이러스 입자의 형태, 감염세포 내의 존재양식, 혈청반응, 면역전자현미경을 이용하여 병원 바이러스를 동정하였다(13, 14). 이들 실험에서 얻어진 결과는 표 1과 2에 나타난 바와 같이 8종류의 바이러스가 분리 되었는데, 이중 7종류의 바이러스가 동정되었고, 1 종류의 바이러스가 未同定되었다. 세계적으로 문제시되고 있는 이들 BYMV, CMV, CyMMV, CyMV, DMV, ORSV, OFV 7종에 대해서는 바이러스의 성질을 상세하게 설명하고, 나머지는 표 3에서 정리해 보겠다.

Bean yellow mosaic virus(BYMV) : BYMV는 700-800 nm의 사상입자이고, 즙액전염과 진딧물 전파성이고, 지표식물은 *Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, *Vicia faba*에 국부감염, 감염세포에서 potyviruses 특이적인 세포질 봉입체를 생성한다. 한국, 일본, 미국, 독일에서 발생이 보고되어 있다(*Calanthe*, *Masdevallia*). 장 등(1991)은 경남 합천과 제주도 한라산에서 채집한 모자이크 증상의 야생 타래난초와 새우란(*Calanthe*)으로부터 BYMV를 분리 하였다. BYMV는 난과식물의 *Calanthe*(44)와 *Masdevallia*(57)에서 발생이 보고되어 있으나, 타래난초에서 BYMV의 자연발생은 이번 조사에서 처음으로 확인되었다. 새우란에서 병징은 잎에 퇴록반점 또는 폭의 변화가 심한 긴 퇴록 줄무늬를 생성하고, 후에 흑갈색의 괴저반점으로 된다. 품종에 따라 괴저반이 엽맥을 따라 신장하여 방추형, 긴 윤문으로 된다. 또는 녹색의 점무늬 혹은 윤문을 생성하고, 그 외부 쪽에 더 폭이 넓은 녹색의 점무늬가 생기는 일이 있다. 오래된 잎은 누렇게 되면 괴저를 동반한 긴 모양, 방추형의 녹색윤문을 남기는 병반을 나타낸다. 꽃에는 흑갈색의 괴저반점 또는 긴 모양의 괴저윤문을 나타낸다. 난과식물 이외에서는 동부 등 콩과식물과 글라디올러스 등에 발생이 많고, 이들 식물로부터 전염원이 되어 진딧물에 의해 난과식물에 전파된다고 생각된다.

Cucumber mosaic virus(CMV) : CMV는 30 nm의 구형입자이고, 즙액전염과 진딧물 전파성이고, 지표식물은 *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *Vigna sesquipedalis*, *Datura stramonium*, *Sesam*에 국부

표 1. 한국산 난과식물에서 분리된 바이러스

속 명	종 명	한국명	바이러스 종류*
1. <i>Aerides</i>	<i>japonicum</i>	나도풍란	CMV, ORSV
2. <i>Calanthe</i>	<i>discolor</i>	새우란	BYMV, CMV, CyMV, ORSV
	<i>striata</i>	금새우란	CMV
3. <i>Cattleya</i>	spp.	카틀레야	CyMV, OFV, ORSV
4. <i>Dendrobium</i>	<i>kingiamum</i>	긴기아눔	ORSV
	<i>moniliforme</i>	석곡	CMV, OFV, ORSV
	spp.	덴드로비움	CMV, CyMV, DMV, OFV
5. <i>Epidendrum</i>	sp.	에피덴드럼	CyMV, ORSV
6. <i>Odontoglossum</i>	sp.	오돈토그로썸	CyMV, OFV, ORSV
7. <i>Oncidium</i>	sp.	온시디움	CyMV, OFV, ORSV
8. <i>Phaius</i>	<i>minor</i>	파이우스	CyMV, CMV
	<i>tancanilleae</i>	확정란	CyMV
9. <i>Phalaenopsis</i>	sp.	팔레놉시스	CyMV, ORSV
10. <i>Spiranthes</i>	<i>sinesis</i>	타래난초	BYMV
11. <i>Zygopetalum</i>	sp.	지고페타룸	CyMV, OFV, ORSV
12. <i>Vanda</i>	sp.	반다	CyMV
13. <i>Cymbidium</i>	spp.	심비디움	CyMV, OFV, ORSV
	<i>goeringii</i>	한국춘란	CyMV, ORSV, potyvirus
	<i>formosanum</i>	사란	CyMV, ORSV
	<i>sinensis</i>	중국보세	CyMV, CyMMV, ORSV
	<i>latifolium</i>	대만보세	CyMV, ORSV
	<i>hosai var.</i>	대명란	CyMV, ORSV
	<i>hakuran</i>	철골소심	CyMV, ORSV
	<i>tekkotsu-sosin</i>	중국춘란	CyMV, CyMMV, OFV,
	<i>forrestii</i>	일경구화	ORSV
	<i>faberi</i>	한국한란	CyMV, OFV, ORSV
	<i>kanran</i>	비아남란	CyMV, ORSV
	<i>gracillimum</i>	소란	ORSV
	<i>koran</i>	관음소심	ORSV
	<i>misericors</i>	옥화란	CyMV, OFV, ORSV
	<i>niveo mar-</i>	대만한란	CyMV, ORSV
	<i>ginatum</i>	적아소심	CyMV
	<i>purpureo kie-</i>	건란	CyMV, CyMMV, ORSV
	<i>male</i>	금능변	CyMV, CyMMV, ORSV

*BYMV : 동부 황화 모자이크 바이러스, CMV : 오이 모자이크 바이러스, CyMMV : 심비디움 미반 모자이크 바이러스, CyMV : 심비디움 모자이크 바이러스, DMV : 덴드로비움 모자이크 바이러스, ORSV : 오돈토그로썸 윤문 바이러스, OFV : 난 괴저점무늬 바이러스, Potyvirus : 미동정 바이러스

표 2. 전국 48 지역에서 채집된 야생란 및 재배란의 바이러스 발생상황

난의 종류	바이러스 종류별 발생 빈도								감염식물수/ 검사식물수
	BYMV	CMV	CyMMV	CyMV	DMV	ORSV	OFV	Potyvirus	
재배란									
나도풍란		6				2			8/27
새우란 종류		3		6(2)		8			15/35
카틀레야 종류				3(1)		2	1		5/35
심비디움 종류			9(9)	82(27)		95	5		155/350
덴드로비움 종류		5(1)		25(8)	2	10	2		44/80
에피덴드럼 종류				2		3			5/8
오돈토그로썸 종류				2		2			4/5
온시디움 종류				3(2)		2	1		4/6
파이우스 종류		2		5(2)					5/12
팔레놉시스 종류				6(3)		9			12/30
반다 종류				2					2/10
지고페타룸 종류				1(1)		1	1		2/6
야생란									
한국춘란								2	2/12
새우란	2	3							5/16
타래난초	2								2/8
총합계	4	19(1)	9(9)	137(46)	2	134	10	2	266/640

() : 혼합감염 CyMV와 ORSV, CyMMV와 ORSV, CyMV와 CMV, DMV와 CMV

감염, 감염세포에서 입자의 산재 또는 결정체를 생성한다. 한국, 대만, 브라질, 일본에서 발생이 보고되어 있다(*Aerides*, *Calanthe*, *Dendrobium*, *Miltonia*, *Phaius*). 이 바이러스는 제주도 한라산과 서귀포에서 채집된 야생의 새우란(*Calanthe*) 모자이크 증상주, 왜관에서 채집된 재배 나도풍란(*Aerides*)의 흑갈색 운문 또는 괴저반의 증상주, 서울과 대구에서 채집된 재배 새우란의 퇴색조반 증상주 및 석곡류(*Dendrobium*)의 신엽에 잎을 횡단하는 폭넓은 퇴색반을 나타내고, 농분홍색의 꽃잎에 퇴색성 반점의 증상주로부터 분리되었다(13). CMV에 감염된 덴드로비움의 잎에는 퇴색 둥근무늬 또는 잎은 만곡되고 폭넓은 퇴색무늬를 생성하는 것이 일반적이나, 퇴색무늬가 모여서 모자이크 증상을 나타내거나, 성숙된 잎에서는 불명료하게 되던가 소실되는 경우가 특징이므로 CyMV나 DMV에 의한 병징과 뚜렷이 구별된다. 병반은 한 포기에서 소수의 잎에 나타나는 것이 많고 또한 뚜렷하지 않기 때문에 병의 진단이 매우 어려울 때가 많으나 신엽에서는 증상이 뚜렷하고 식물체는 생육이 불량하다. 새우란의 잎에 퇴색반점이 모여서 모자이크 증상을 나타내는 것이 일반적인 병징이나, 성숙된 잎에서는 병반이 뚜렷하지 않거나 은폐되기 때문에 병반으로서의 병의 진단이 매우 어렵다. 그러나

표 3. 바이러스에 감염된 심비디움의 성장점으로부터 바이러스의 제거를 위한 rivavirin의 효과 및 성장에 미치는 영향.

처리구	성장처리	경정의 길이	경정의 수	생장율	바이러스 검색
1	정단조직 (2엽 부착)	5.6	2.5	100	+
2	정단조직 (8엽 부착)	7.9	2.2	100	+
3	정단조직* (+10ppm)	5.5	2.3	100	+
4	정단조직	5.5	2.3	100	+
5	정단조직 (+30ppm)	5.2	2.2	80	+ -
6	정단조직 (+40ppm)	5.0	2.0	52	+ -
7	정단조직 (+50ppm)	4.8	1.8	52	-

* 성장점 조직배양에 있어서 ribavirin의 독성에 의해 생장의 저해가 있었다. 모든 표본은 배양 60일후에 ribavirin이 없는 배지에 옮겨졌다. 100일 배양후에 20 표본에서 얻어진 평균 값이다.

이병주는 생육이 불량하고, 특히 잎이 완전히 전개되지 않기 때문에 진전주와 쉽게 구별이 가능하다. 나도풍란의 잎에 흑갈색의 피저윤문이 형성되는 것이 특징인데, 특히 조직배양에서 얻어진 유묘가 주로 이와 같은 병징이 많았다. 일본, 대만, 브라질에서 덴드로비움과 새우란에서 CMV의 발생이 보고되고 있으나(39, 45, 47), 나도풍란과 *Phaius*에서 CMV의 발생은 이번 조사에서 처음으로 확인되었다. 나도풍란과 새우란은 한국의 자생란 중에 관상가치가 높은 원예품종이다. CMV는 특히 기주범위가 넓어서, 야채류나 화훼류는 물론 잡초나 수목 등 많은 식물에 발생하여 이들이 전염원이 되어 진딧물에 의해 쉽게 전파된다. 따라서 금후 제주도와 전남 일대의 나도풍란과 새우란의 자생지에서는 CMV의 발생율이 높아질 것으로 생각된다. 또한 이번 조사에 의하면 이들 난이 CMV에 이병되면 피해가 크고, 관상가치도 현저하게 떨어짐이 확인되었으므로 나도풍란과 새우란의 귀중한 품종 및 계통의 진전주의 보존과 육성을 위해서는 CMV의 발생에 충분한 주의가 필요하다고 생각된다. ISEM에 의한 CMV-항혈청과 이 구형 바이러스 입자와의 반응을 조사한 결과, 구형입자는 ELISA에서 바이러스 검출이 가능한 CMV-항혈청 농도에서 강하게 decoration 됨이 확인되어 CMV 검정에도 ISEM이 매우 유효하는 사실이 확인되었다.

Cymbidium mild mosaic virus(CyMMV) : CyMMV는 28 nm의 구형입자이고, 즙액전염은 하나 매개충에 대한 정보는 없고, 지표식물은 *C. quinoa*, *Gomphrena globosa*에 국부감염, 감염세포에서 입자의 산재 또는 결정체를 생성한다. 한국, 일본에서 발생이 보고되어 있다(*Cybidium* spp.). 대

구에서 채집된 한국출란과 한란, 중국계의 동양란인 관음소심, 적아소심, 보세란, 중국출란, 금릉변으로 부터 분리되었다. 단독감염이 확인된 그 외의 난과식물체를 확인할 수 없었기 때문에 CyMMV에 의한 병징은 확실히 언급할 수 없으나, 심비디움계에 전신감염되고, CyMV나 ORSV와 중복감염되어 병징의 상승작용이 확인되었다(Plate 12). 난과식물에는 *Cybidium* spp.(동양란)에만 전신감염이 확인되었다. 출란의 유엽에서는 엽맥사이에 소수의 퇴색반을 생성한 후에 불연속적인 퇴색조반 또는 퇴색반문으로 발전되었다. 그러나 성엽에서는 이와 같은 병징을 관찰할 수 없었다. CyMMV가 분리된 동양란의 이병주는 CyMMV 또는 ORSV와 중복감염의 되어 있음이 확인되었다(14). CyMMV는 일본(11)과 유럽(61)에서 *Cybidium* spp.로 부터 발생이 보고되어 있고, 특히 유럽에서는 광범위하게 발생된다고 알려져있다.

Cymbidium mosaic virus(CyMV) : CyMV는 약 500 nm의 굴곡성 사상입자이고, 즙액에 의해 쉽게 전염된다. 작업도구나 접촉 또는 관수에 의해 쉽게 전파되므로 난의 일상관리에 특히 주의해야 할 바이러스이다. 지표식물인 *C. amaranticolor*, *C. quinoa*, *Tetragonia. expansa*에서 국부감염이고, 감염세포에서 각종 세포의 세포질 및 액포에 굴곡된 사상입자가 산재 또는 집괴해 있는 상이 관찰된다. CyMV가 병원성을 소실하는 온도(내열성)은 65-70°C, 희석한도는 십만배, 보존한도(실온)는 1-2 개월 이다. CyMV는 세계 각국에서 재배되고 있는 39속의 난과식물에 발생이 보고되어 있다 (*Aerides*, *Angraecum*, *Arachnis*, *Arundina*, *Bifrenaria*, *Calanthe*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Cypripedium*, *Dendrobium*, *Doritaenopsis*, *Epidendrum*, *Eulophiella*, *Laelia*, *Miltonia*, *Odontoglossum*, *Odontioda*, *Oncidium*, *Paphiopedilum*, *Peristeria*, *Phaius*, *Phalenopsis*, *Renanthera*, *Schomburgkia*, *Spathoglottis*, *Vanda*, *Vanilla*, *Zygopetalum*.). 난과식물에 발생하는 바이러스 중에 가장 발병율이 높고, 피해가 심한 바이러스로 알려져있다(24,27,47,54,73,83). 장 등(1991)의 조사에서 CyMV는 표 2, 3에 나타난 바와 같이 11속 137주에서 분리되었다(13,14). 특히 *Cymbidium*계에 발생이 가장 많았는데, 이 중에서도 중국계 *Cybidium* spp.(통칭 동양란)에 발병이 가장 많았고, 피해도 제일 심하였다(13,14). Inouye(38), 井上和 呂(47), 周(27)의 보고에 의하면 일본과 대만에서도 난과식물에 CyMV의 발생이 가장 많고, 피해도 심함이 확인되었다. 특히 동양란에 발병이 심하고, 잎에 심한 모자이크 또는 괴저반을 형성하는 예가 많아 피해가 극심하다고 보고하였다(47). CyMV는 한국에서 재배되고 있는 난과식물 중에 가장 피해가 심하고, 가장 발생이 많다는 사실이 확인되었다(13). 따라서 한국의 난재배에 있어서 가장 주의해야 할 바이러스는 CyMV라고 사료된다.

CyMV에 감염된 심비디움은 처음 엽맥사이에 불연속적인 퇴색조반, 반문을 생성한 후 퇴색반은 세포의 고사를 동반하여 표피조직이 약간 파여진 흑갈색 또는 흑색의 괴저조반으로 된다. 이와 같은 증상은 새로운 잎에는 거의 나타나지 않고 성엽으로 되면서 명료하게 된다. 한국출란과 한란도 심비디움과 비슷한 병징을 나타낸다. 처음에는 퇴색반으로 된 모자이크 증상을 나타내나, 후에 엽맥을 따라 신장하여 퇴색줄무늬로 된다. 퇴색줄무늬가 심하게 되면 괴저줄무늬로 될 때도 있다. 카트레야 계는 처음 담황색의 윤문상 또는 엽맥을 따라 조반을 생성한 후 확대되어 갈색의 병반으로 된다. 이어서 반문은 세포의 고사를 동반하여 흑색의 윤문 또는 엽맥을 따라 대상의 괴저반으로 된다. 카트레야 이병주의 신엽에는 담갈색 줄무늬를 생성, 점차 엽맥을 따라 신장하여 인접한 것과 합쳐 갈색

내지 흑갈색의 괴저반으로 된다. 병징이 진행되면 엽육세포의 붕괴가 점차적으로 일어나 표피가 움푹 들어간 괴저 줄무늬로 된다. 성숙된 잎에는 회갈색 내지 흑갈색의 움푹 들어간 괴저반이 생기던가, 잎의 뒷면에 괴저운문이 생긴다. 병징이 심하게 되면 꽃의 수나 수명에 영향이 온다. 일반적으로 꽃에는 병징이 나타나지 않으나 백화, 핑크, 황색꽃의 품종에는 종에 따라 꽃에 괴저반을 생성하는 일도 있다. 꽃의 괴저반은 개화 시에는 전혀 병징이 나타나지 않으나 개화 4-6일째부터 병징이 나타나기 시작하여 점점 심한 괴저반으로 된다. 덴드로비움의 새로운 잎에서는 엽맥사이에 퇴연색의 줄무늬가 생기고, 후에 퇴록색의 부위와 녹색 부위의 경계가 분명치 않은 모자이크로 된다. 모자이크 병징은 새로운 잎에서는 명료하지만 잎이 성숙되면 불명료해진다. 반다의 잎에서는 퇴색반 또는 국소적으로 황록색의 완전 혹은 불완전한 등근무늬가 생성된다. 난과식물의 춘란과 덴드로비움에는 모자이크증상의 전신감염, 카트레아에는 괴저반 증상의 전신감염이 확인되었다.

Dendrobium mosaic virus(DMV) : DMV 바이러스는 750 nm의 사상입자이고, 즙액전염과 진딧물 전파성, 지표식물은 *C. amaranticolor*, *C. quinoa*에 국부감염, 감염세포에서 각종 세포의 세포질과 액포내의 집단 또는 산재한 사상입자와 함께 potyviruses 특이적인 세포질 봉입체를 생성한다. 한국, 일본 하와이에서 발생이 보고되어 있다(*Dendrobium*). 대구에서 채집된 전형적인 모자이크 증상의 덴드로비움으로부터 분리되었다.

Odontoglossum ringspot virus(ORSV) : ORSV는 300×18 nm의 막대입자이고, 즙액에 의해 쉽게 전염되나, 곤충이나 종자전염은 되지 않는다. CyMV와 같이 작업도구나 접촉 또는 관수에 의해 쉽게 전파되므로 난의 일상관리에 특히 주의해야할 바이러스이다. 지표식물인 *C. amaranticolor*, *G. globosa*, *T. expansa*, *N. glutinosa* 등에서 국부감염이고, 감염세포에서 각종 세포의 세포질, 액포, 핵의 내부에 길이 약 300 nm 이내의 막대입자가 집단 또는 산재하고 있는 상과, 특히 세포질 내의 바이러스 입자의 병행배열 결정상인 결정봉입체가 관찰된다. ORSV의 감염세포내에 입자의 존재양식은 TMV와 거의 일치하나, 세포질봉입체인 X-material이 세포질, 액포, 핵내에서 확인되는 점이 다르다(13,14). TMV-O와 ORSV는 다같이 난과식물의 같은 증상주로부터 분리된 바이러스이고, 동일 바이러스로 취급하는 보고, 또는 다른 계통으로 취급하는 보고(42,71) 등이 있다. 현재 TMV-O와 ORSV와의 명확한 판별법이 알려져 있지 않으나, 장 등(1991)이 보고한 ORSV의 감염세포내에서 관찰된 세포질봉입체(X-material)는 ORSV의 특이적인 것으로 판단되어 명확한 판별기준이 될 것으로 사료된다. ORSV가 병원성을 소실하는 온도(내열성)는 90-95°C, 희석한도는 백만배 이상이다. 보존한도(실온)는 너무 길어, 십년간 경과해도 병원성이 소실되지 않고, 또한 조즙액을 건조해서 일년이상 되어도 병원성을 유지하는 매우 안정된 바이러스이다.

ORSV는 세계 각국에서 재배되고 있는 22속의 난과식물에 발생이 보고되어있다(*Aerides*, *Bifrenaria*, *Brassidium*, *Calanthe*, *Cattleya*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Miltonia*, *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Phalaenopsis*, *Potinara*, *Schomburgkia*, *Vanda*, *Zygopetalum*). CyMV다음으로 발병이 심한 바이러스로 알려져 있다(15,27,37,42,47,50,71, 73,83). 특히 장등(1991)은 *Cymbidium kanran*, *C. goeringii*, *Aerides japonicum*에서 처음으로 ORSV를 분리·동정하였으므로 ORSV의 22속의 자연발생 난과식물에 새롭게 1속이 추가되었다. ORSV는 일반적으로 잎에는 병징

이 비교적 약하게 나타나나 꽃에는 색깔얼룩 증상을 생성하여 관상가치를 크게 떨어뜨리는 원인이 되고있다. 이 바이러스는 현재까지의 보고에 의하면 이병식물체내에서의 농도가 높고, 생체외에서 10년이상 병원성이 유지되는 등 매우 안정성이 있으며 또한 전염성이 높은 바이러스로 알려져 있다 (15,37,4271). 이와같이 ORSV는 전염의 기회가 많아 CyMV와 같이 발생이 심한 바이러스라 생각된다. 특히 심비디움 계통의 동양란의 유명한 품종은 장기간 재배되고 있는 화분에서 ORSV의 발생이 심하고, 만성적인 병징이 확인된다. ORSV가 감염된 동양란의 잎에서는 병징이 불명료하기 때문에 엽변이종에서의 잎무늬와 ORSV의 감염에 의한 병징과 구별이 매우 곤란하다고 한다(14). ORSV는 한국자생란에서는 아직 자연발생이 확인되지 않았기 때문에 중국과 일본에서 수입된 난에서 유래된 것으로 사료된다.

장 등의 보고에 의하면 전국의 난 재배지역 48개소에서 채집된 나도풍란, 새우란, 심비디움, 덴드로비움 등 10속의 이병주로 부터 분리되었다. 서울에서 채집된 나도풍란은 전형적인 퇴색색의 모자이크 증상을 나타내었다. 동양란계의 심비디움은 잎에 경계가 불분명한 엷은 퇴색반, 즉 구름이 흩어져 있는 것같은 반문 또는 금사를 뿌린 것같은 증상의 모자이크를 나타내었다. 서양란계의 심비디움과 한국출란은 잎에 명료한 모자이크 또는 퇴색반의 증상을 나타내었다. 그 외 난과식물에서도 비슷한 증상이 나타났다. 특히 ORSV의 이병주에서 핀 꽃들은 대부분 꽃잎에 명료한 색깔 얼룩증상 (color breaking)을 나타내는데, 색깔이 짙게되는 증식성과 색깔이 엷게되는 퇴색성이 확인되었다. 전세계의 난재배 지역에서 발생이 보고되어 있다. 난과식물에서 CyMV 다음으로 피해가 큰 바이러스이다.

Orchid fleck virus(OFV) : OFV는 1%의 osmium tetroxide 액중에 감염조직을 고정한 후에 DN법에 따라 관찰하면 40×150 nm의 단간상의 입자가 확인된다. 즙액전염과 각지벌래 전파성, *N. tabacum*, *N. gluttonosa*, *C. amaranticolor*에 국부병반을 생성, 감염조직에서 각종 세포의 핵과 세포질 내에 다수의 단간형의 입자가 확인되고, 감염세포의 핵내에는 바이로프라즘(vioplasm)의 발달이 관찰된다. OFV는 아직 항혈청이 만들어져 있지 않기 때문에 입자의 형태, 기주범위, 감염세포내의 입자의 존재양식에 근거하여 동정한다. OFV는 CyMV와 ORSV 다음으로 난과식물에 발생이 심하고 피해도 크다(*Angulora*, *Cattleya*, *Colmanara*, *Cymbidium*, *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Laelia*, *Miltonia*, *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Paphiopedilum*, *Pescatred*, *Phalenopsis*, *Phragmipedium*, *Zygopetalum*)(9,20,56). 독일과 덴마크에서는 short orchid rhabdovirus로 보고, 뉴기니아와 독일에서는 *dendrobium virus*로 보고, 브라질에서는 unnamed rhabdovirus로 보고, 미국에서는 *Grammatophyllum bacilliform virus*로 보고 되어 있으나, 현재는 orchid fleck virus로 통일하고 있다. 대구와 왜관에서 채집된 심비디움, 덴드로비움, 온시디움 등 6속의 이병주로부터 분리되었다. 이들 난과식물의 공통적인 병징은 신엽에서 처음 황갈색의 불명확한 반문이 형성되고 그후 세포의 붕괴에 의해 표피가 약간 파여진 갈색-흑갈색의 괴저상의 반문으로 되며, 이 반문은 운상 또는 조상으로 진전된다. 심한 경우에는 반문이 융합되어 대형의 괴저반으로 된다.

Unidentified Potyvirus : 전남 광주지역의 야산에서 채집된 전형적인 모자이크 증상을 나타낸 한국출란으로부터 분리되었다. 이병출란은 신엽에 엷은 퇴색반이 형성되고, 성엽이 되면서 황색반문으

로 바뀌고, 꽃에는 색깔얼룩증상이 나타났다. 바이러스는 780 nm의 사상입자, 즙액접종과 진딧물 전파성, *C. amaranticolor*, *C. album*, *G. globosa*, *T. expansa*에 국부감염, 감염세포에서 각종 세포의 세포질과 액포에서 사상입자가 집단 또는 산재해 있는 상과 potyviruses에 의해 특이적으로 생성되는 세포질봉입체가 관찰되었다.

2. 한국산 난과식물의 바이러스의 발생상황

장 등(1991)은 서울 등 15도시에 소재한 48개소의 난 전문점, 농장, 난 전시장, 난 애호가, 난 자생지에서 바이러스의 발생을 조사한 결과, 표 1,2에 나타난 바와 같이 13속 52종에 속하는 640주로부터 8종류의 바이러스를 분리 하였다. 제주도 한라산에서 채집한 야생 새우란과 경남 합천에서 채집한 야생 타래난초의 모자이크 증상의 각각 2주에서 BYMV가 분리되었다. 제주도 서귀포의 꽃 판매점 3개소에서 채집된 모자이크 증상의 새우란 14주 중에 3주로부터, 왜관에서 채집된 윤문증상 나도풍란의 6주로부터, 대구에서 채집된 모자이크 증상 덴드로비움 5주로부터 CMV가 각각 분리되었다. 전남 광주 부근의 야산에서 채집한 전형적인 모자이크 증상을 보인 한국춘란 2주로부터 potyvirus에 속하는 길이 약 780 nm의 사상입자가 분리되었다. 서울 등 15도시의 48개소에서 채집된 바이러스병 증상의 재배란 604주중, 257주로부터 6종류의 바이러스가 분리되었다. 6종류의 바이러스 중에서 CyMV와 ORSV의 발생이 조사된 15개 전도시에서 확인되었다. DMV와 CyMMV는 대구에서만 분리되었다. OFV는 대구와 왜관에서 채집된 심비디움, 덴드로비움, 온시디움등의 반문증상의 10주로부터 분리 되었다. 이들 48개소 중, 특히 서양란과 동양란의 수입종을 대량으로 취급하는 난전문점, 온실에서 대량으로 난을 재배하는 학교와 공원에서 바이러스 병의 발생이 매우 심하였다. 서울, 왜관, 대구, 제주 등의 조직배양에서 얻어진 나도풍란, 관음소심의 유품에서도 CMV, CyMV, ORSV가 검출되었다는 사실은 주목할 결과이다. 표 2는 검출된 바이러스를 난과식물의 속별로 나타낸 것이다. CyMV는 새우란, 심비디움, 덴드로비움등 11속의 137주에서 검출되었고, ORSV는 심비디움, 덴드로비움, 카트레이 등 10속의 134주에서 검출되었다. CMV는 새우란 등 4속의 19주에서, OFV는 심비디움 등 5속의 10주에서 각각 발생이 확인되었다. 검사된 새우란의 51주 중에 CMV가 6주, CyMV가 6주, ORSV가 2주, BYMV가 2주에서 각각 분리되었다. 카트레이계의 35주중에는 CyMV가 3주, ORSV가 2주, OFV가 1주에서 각각 분리 되었는데, 이중 CyMV와 ORSV의 혼합감염이 1주 확인되었다. 심비디움계의 362주 중에는 CyMV가 82주, CyMMV가 9주, OFV가 5주, ORSV가 95주에서 각각 검출되었는데, 이중 CyMV와 ORSV의 혼합감염이 27주, CyMMV와 ORSV의 혼합감염이 9주 확인되었다. 덴드로비움계의 80주 중에는 CMV가 5주, CyMV가 25주, DMV가 2주, OFV가 2주, ORSV가 10주에서 각각 검출되었는데, 이중 CyMV와 ORSV의 혼합감염이 5주, CyMV와 CMV의 혼합감염이 3주 확인되었다. 그 외 온시디움, 파이우스, 파레뉴시스에서 CyMV와 ORSV의 혼합감염이 각각 확인되었다. 이상의 바이러스 발생주 수는 바이러스 병의 발생률을 정확하게 조사한 것은 아니나, 가장 많이 재배되고 있는 심비디움계, 덴드로비움계, 카트레이계, 새우란에서 CyMV와 ORSV의 발생이 가장 많고, 피해도 가장 심하다는 결과를 얻었다. 또한 혼합감염의 병징은 어느 것이든 단독감염의 병징보다 심하였고, 대부분 CyMV에

의한 특징적인 병징을 나타내었다.

특히 서양란과 동양란의 수입종을 대량으로 취급하는 난전문점, 온실에서 대량으로 난을 재배하는 학교나 공원에서 바이러스 병의 발생이 매우 심함이 확인되었다. 이와같이 전국적으로 한국산 난이 바이러스에 감염되어 있는 주원인은 초창기의 난재배가 바이러스에 대한 기초적인 지식이 부족하였다는 점과 일부 몰지각한 난상인들이 외국으로 부터 바이러스에 감염된 값싼 난을 수입하여 난재배가들에게 판매하였기 때문인 것으로 사료된다. 특히 난전문점과 난애호가들은 바이러스에 감염된 수입란과 한국 자생란을 함께 관리함으로써 바이러스에 감염된 춘란, 한란, 새우란, 나도풍란 등 자생란이 급격히 증가하고 있음이 확인되었기 때문에 난재배가는 바이러스에 대한 충분한 지견을 갖고 미리 예방해야 될 것으로 생각된다.

3. 조직배양에 있어서 바이러스 무독화 조건

전은 8종의 바이러스에 각각 감염된 난식물체의 부위별에 따른 바이러스 입자의 존재를 DN법과 초박절편에 의해 전자현미경으로 관찰한 결과의 보고는 다음과 같다. DN법에 의하면 정단분열조직을 제외한 전부위에서 8종의 바이러스 입자가 확인되었다. 초박절편에 의하면 정단분열조직에서 사상립자(BYMV, CyMV, DMV, ORSV, potyvirus)는 확인할 수가 있었으나, 구형립자(CMV, CyMMV)와 단간상립자(OFV)는 확인할 수 없었다. 특히 CyMMMV, CyMV, ORSV, potyvirus에 감염된 난식물체의 정단분열조직(길이3~6 mm)의 조직배양에서 얻어진 소식물체의 뿌리와 잎에서도 이들 바이러스입자가 확인되었다. 일반적으로 정단분열조직에서는 소수의 바이러스 입자가 관찰되었고, 다른 각종 부위에서는 다량의 바이러스 입자가 관찰되었다.

바이러스에 감염된 식물체의 각 조직에 있어서 바이러스의 분포가 불균일하다는 사실이 Lim-maseset and Cornuet(59)에 의해 처음으로 밝혀졌다. 즉 식물체의 정단부근의 바이러스의 농도는 다른 부위에 비해 매우 낮다는 사실이다. 이와 같은 사실에 힘입어 Morel and Martin(67)은 다알리아 모자이크 바이러스에 감염된 다알리아로 부터 조직배양을 통해 무병징의 다알리아 식물체를 육성하는데 성공했다. 이것이 계기가 되어 현재까지 정단분열조직의 조직배양에 의한 바이러스 무독화의 사례가 50종에 달한다(30,32,36,65,68,70,74,81). 이와같이 정단분열조직을 재료로한 조직배양의 눈부신 성공에도 불구하고, 왜 정단분열에는 바이러스 농도가 낮은지 또는 바이러스가 없는지에 대해서 아직까지 완전히 해명되지 않고 있다. 원형질연결사를 통한 바이러스의 이동(10,16,17,52)은 너무나 늦기 때문에 급속히 세포분열하는 정단분열조직을 감염시킬 수는 없다는 설이 있다(76). 그리고 장단분열조직의 대사작용이 고도로 활발하기 때문에 바이러스가 기주세포의 활발한 대사작용을 이용할 수 없다는 가설, 또는 정단분열조직에는 다른 조직에 없는 바이러스 불활화제가 존재한다는 설도 있다(33). 한편 바이러스의 증식을 저해하는 고농도의 옥신 혹은 어떤 효소가 존재하기 때문이라는 설도 있다(32). 그러나 위의 설들은 어떤 결정적인 실험결과는 없다.

그런데 최근에는 여러 식물의 정단분열조직에서 바이러스 입자가 다량으로 검출되어 생장점 조직배양에 의한 바이러스 무독화에 문제점이 보고되고 있다(80). Kassanis (51)에 의해 정단분열조직에서 바이러스 입자가 처음으로 검출된 이후, Appiano and Pennazio(1)는 감자의 정단분열조직의

세포에서 potato mosaic virus(PVX)의 입자를 검출하였고, Walkey (78)는 tobacco mosaic virus, PVX, cherry leaf root virus, cucumber mosaic virus의 입자를 정단분열조직의 세포로부터 검출하는데 성공하였다. 이와같이 정단분열조직의 세포에서 바이러스 입자의 고농도는 결국 Matthews(63)가 설명한 바와 같이 정단분열조직의 세포에서도 바이러스의 합성이 활발히 일어난다고 있다는 사실을 뒷받침하고 있다. Toussaint 등(77)은 *Cymbidium* spp.의 정단분열조직 및 생장점 조직배양에 의해 형성된 소식물체의 정단분열조직으로부터 ORSV 입자를 검출하였다. 장 등(17)은 마늘의 정단분열조직 및 생장점 조직배양에 의해 형성된 소식물체의 정단 분열조직에서 garlic latent virus와 garlic mosaic virus 입자를 검출하였다. 난과식물을 비롯하여 영양번식을 하는 식물의 생장점 조직배양으로 바이러스를 완전히 제거할 수 있다는 사실에 의문을 제기하고 있다. 따라서 지금까지 생장점 조직배양에 의해 바이러스 무병독 식물체를 생산하였다는 보고(30,32,36,51, 65, 68, 70,74,81)는 재고되어야 할 것으로 사료된다.

4. 바이러스 무병독 난 식물체의 생산을 위한 배양조건

정단분열조직에 있어서 엽원기가 부착되지 않은 생장점(길이 약 2 mm) 및 엽원기 2매가 부착된 생장점(길이 약 5 mm)으로부터 얻어진 소식물체를 전자현미경(DN법과 초박절편법)으로 관찰한 결과, 전 시료로부터 바이러스 입자가 확인되었다(49). 때문에 정단분열조직의 조직배양으로는 바이러스 무독화가 곤란하다는 결론이다. 따라서 계대용 배지인 hyponex 배지에 항바이러스 물질인 ribavirin(virazol)을 처리한 결과, 50 ppm과 100 ppm에서는 조직배양 소식물체에서 바이러스 입자가 관찰되지 않아 바이러스 제거 효과가 있는 것으로 나타났으나, 40 ppm 이하의 농도에서는 모두 바이러스에 감염되어 효과가 없는 것으로 나타났다(표 3). Ribavirin 100 ppm 처리구에서는 경엽분화가 전연 일어나지 않았고, 생존율도 현저히 저하되었으나, 50 ppm 이하의 처리구에서는 경엽분화가 ribavirin 무처리와 뚜렷한 차이가 없었으며 생존율도 저하되지 않았다(표 3). 또한 ribavirin의 무처리구에서는 경엽분화와 경정의 생장은 양호한 편이나 모두 바이러스에 감염 되었음이 확인된 데 비해, ribavirin 50 ppm에서는 경엽의 생장이 다소 저하되었으나, ribavirin 50 ppm의 처리구를 60일 배양한 다음에 다시 ribavirin이 없는 경엽분화용의 배지에서 이식한 결과 경엽의 분화와 생장 모두 무처리와 동일한 수준으로 양호하였다. 이렇게 하여 형성된 98%의 조직배양 소식물체에서는 바이러스가 완전히 제거되었음이 확인되었다. 그러나 ribavirin 100 ppm의 처리구에서는 50 ppm 처리구와 동일한 처리를 하였으나 경엽의 분화율은 현저히 저하되었고, 소식물체는 거의 형성되지 않는 대신에 바이러스 입자는 전구에서 제거되었음이 확인되었다.

완전한 바이러스 무병독 식물체를 얻기 위해서는 열처리와 화학적처리 등과 함께 조직배양을 조합해야만 된다는 사실이 최근에 대두되고 있고, 또한 성공한 예도 있다(4,5,6,7,18, 19,53,60,79). 동식물에서 항바이러스 화학물질(antiviral chemicals)로서 가장 잘 알려진 ribavirin을 조직배양시 배지에 첨가하였던바 ribavirin 첨가구에서만 바이러스 무병독식물체를 얻을 수 있었다. 그러나 ribavirin 처리는 표 3에서 나타난 바와 같은 경엽분화가 일어나지 않거나 일어나도 생장이 불량해지는 식물에 독성반응을 함께 보였다. 이와같은 ribavirin의 식물 독성반응은 다른 기주식물-바이러스

의 조합에서도 보고되어 있다(53,75). Ribavirin 처리에 의한 식물 독물성 반응은 기주식물, ribavirin, 바이러스의 상호작용에 의한 것으로 해석하고 있다(18).

5. 난과식물의 바이러스병 防除法

바이러스병은 대개 전신적인 감염이므로 일단 바이러스병에 걸리게 되면 농약을 이용한 치료는 현재로는 불가능하다. 치료법으로는 앞에서 설명하는 생장점의 조직배양에 의한 바이러스의 무독화가 있으나, 이것도 간단하게 되는 것은 아니다. 따라서 바이러스병 방제의 문제는 병을 치료하는 것보다도 오히려 바이러스병에 걸리지 않도록 완전한 예방을 하는 것이 제일이다. 즉 앞에서 언급한 바와 같이 바이러스의 전염방법과 성질을 잘 인식하여 난식물체가 바이러스에 감염되지 않도록 사전에 여러가지의 예방수단을 강구하는데에 최선의 노력을 해야된다. 예방법에 대하여 실용적인 요점을 기술하겠으므로 난을 대량적으로 취급하는 난 전문점에서는 꼭 이 예방법을 습관화시키도록 부탁드립니다.

(1) **소각과 격리재배**; 방제의 제일은 정확한 바이러스병의 진단이다. 바이러스에 감염된 난 화분이 있으면 이것이 전염원이 되어 2차, 3차의 전염이 일어나서 그 주위의 다른 난 화분으로 전파되어 결국은 난실의 전체로 만연되게 된다. 그래서 바이러스에 감염된 난식물체를 소각하는 것이 위생상 최선의 길이다. 즉 바이러스병의 발생을 막는다는 전염원을 없애는 것과 전염경로를 차단하는 것이다. 그러나 바이러스에 감염된 귀중한 품종 또는 고가인 난을 버리기 어렵고 또한 교배종으로서 이용되는 일이 있다. 이와 같은 경우 이들 감염란은 온실의 한쪽에 모아서 격리 재배하여 관리상의 취급에 충분한 주의와 소독을 하여 그것이 전염원이 되지 않도록 노력하는 것이 대단히 중요하다.

(2) **손이나 도구의 소독**; 바이러스 전염의 기회가 가장 많은 것이 앞에서 언급한 바와 같이 촉 누기, 화분갈이 할 때에 인위적인 접촉전염이다. 이와 같은 작업에 있어서 예방대책이 방제효과를 거두는데 가장 유효한 방법이다. 이 방법은 한 화분, 한 화분마다 작업 시에 손이나 도구를 소독하는 일이다. 손을 먼저 비누로 씻고 더욱이 손톱 밑을 소독하기 위하여 소독액에 손끝을 담그고 나서 물로 씻는다. 소독액으로는 인산소다액의 3-5%액이나 70%의 알콜액을 사용한다. 도구는 소독액에 침적시키고 나서 물로 씻고 끝나면 다시 소독액에 침적시켜 놓고 이것을 앞에서와 같이 반복해서 다시 사용한다. 도구는 이 소독액에 2분 이상 침적시켜야 좋으므로 2-3회 정도며 충분하다. 작업대의 오염도 소홀히 해서는 안된다. 작업대는 한 화분의 작업마다 소독하던가, 신문지를 깔고 작업하여 한 화분마다 종이를 교환하는 것도 예방효과가 있다.

(3) **물에 뿌리를 씻을 때**; 옮겨 심을 때에 뿌리를 씻는 것은 물통에서 하지 말고 흐르는 물에서 꼭 수행한다. 같은 물통에서 몇 화분을 계속 씻을 때 그 중에서 한 화분이라도 바이러스에 감염된 화분이 있으면 뿌리를 씻은 물이 바이러스로 오염되어 그 이후에 뿌리를 씻는 난의 뿌리에 바이러스가 감염된다.

(4) **매개곤충의 구제**; 진딧물 등의 절족동물은 바이러스를 전파하는 매개자이다. 진딧물이나 응애 등의 해충이 발생하지 않도록 충분한 주의가 필요하다. 진딧물이 난의 꽃봉오리나 꽃잎에 또는 꽃대에 착생하므로 재배란에 진딧물이 발생하면 즉시 농약을 살포하여 구제해야 된다. 오이 모자이크 바

이러스(CMV), 덴드로비움 모자이크 바이러스(DMV), 동부 황화 모자이크 바이러스(BYMV), 순무 모자이크 바이러스(TuMV), 토끼풀 엽맥누른 바이러스(CYVV)가 발생하는 잡초류나 토끼풀 등의 콩과식물류 등 온실 주변에 있는 이들 식물에 발생하는 진딧물에 대해서 구제를 하는 것도 대단히 중요한 일이다.

그 외에 사용이 끝난 이끼류, 배양토의 재료, 화분, 화분걸이 등은 소독하지 않고 절대로 다시 사용하지 않도록 할 것. 최근에 화제가 되고있는 잎에 피막을 만들어 바이러스의 입자를 흡착시켜 바이러스를 불활성화하여 바이러스의 침입을 방지하려는 약제가 개발되어 있다. 이것은 잎의 접촉전염을 방지하는 데는 효과가 있다. 그러나 난 바이러스병의 경우 지금까지 언급한 바와 같이 바이러스의 성질, 전염방식, 온실내 재배, 뿌리나 잎이 끊임없이 신생되고 있다는 사실 등을 고려한다면 이와 같은 방법으로 바이러스의 예방효과를 거둔다는 것은 그렇게 기대할 수 없다. 오히려 앞에서 언급한 바와 같이 예방대책을 완전히 실시하는 일이 보다 더 유효하다고 생각된다.

이상으로 언급한 것을 충분히 유의하여 다소 귀찮은 일이 있더라도 청결한 위생에 최선을 다하는 일이 매우 중요하다. 희귀한 품종이나 고가인 우량품종의 난을 바이러스병으로부터 지키기 위해서는 바이러스병에 걸리지 않도록 최대의 노력을 하는 것이 이들 품종을 보존하고 관상가치를 높이는 일이 된다. 마지막으로 첨언하고 싶은 것은 영업상에 있어서도 바이러스에 감염된 난 화분을 반출하지 않도록 난 전문 업자들은 세심한 주의를 하는 것이 난재배가에는 물론 일반대중에게 난 재배를 보급시키는데도 매우 중요하다고 생각된다.

참고문헌

1. Appiano, A. and Pennazio, S. 1972. Electron microscopy of potato meristem tips infected with potato virus X. *J. of General Virology* 14: 273-276.
2. Barnett, O. W., Burrows, D. M., Mclaughlin, M. R., Scott, S. W., and Baum, R. H. 1985. Differentiation of potyviruses of bean yellow mosaic subgroup. *Acta Horticulturae* 164:209.
3. Bos, L. 1970. Bean yellow mosaic virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses* No. 40.
4. Cassells, A. C. 1983. Chemical control of virus diseases of plants. *Prog. and med. Chem.*, 20: 119-155.
5. Cassells, A. C. and Long, R. D. 1980a. The regeneration of virus free plants from cucumber mosaic virus and potato virus Y infected explants cultured in the presence of Virazole. *Z. Naturf.*, 35c: 350-351.
6. Cassells, A. C. and Long, R. D. 1982. The elimination of potato vireses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. *Potato Res.*, 25: 165-173.
7. Cassells, A. C. and Long, R. D. 1983. The effect of 1-b-D-ribofuranosyl-1,2, 4-triazole-3-carboxamide on bud and shoot formation in tobacco petiole cultures. *Physiologia Pl.* 59:

664-668.

8. 張茂雄. 1985. 蘭의 바이러스病에 관한 研究-(2) *Spiranthes mosaic virus*. 嶺南大學校 基礎科學 研究 5: 211-220.
9. Chang, M. U., Arai, K., Doi, Y., and Yora, K. 1976. Morphology and intracellular appearance of orchid fleck virus. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 42: 156-167.
10. 張茂雄. 鄭載東. 1987. 한국산 나리류에서 분리한 바이러스에 관한 연구. 한국식물병리학회지 3: 223-235.
11. 張茂雄. 土居養二. 與良清. 1975. シンビジウム 微斑 モザイクウイルス (*Cymbidium mild mosaic virus; CyMMV*) について. 日本植病報 41:286.
12. 張茂雄. 土居養二. 與良清. 1978. *Cymbidium mild mosaic virus*. 한국식물보호 학회지 17:131-138.
13. 張茂雄. 全桓惠. 白大憲. 鄭載東. 1991. 韓國産 蘭科植物에 發生하는 바이러스에 관한 研究. (1). Bean yellow mosaic virus, cucumber mosaic virus, cymbidium mild mosaic virus, and cymbidium mosaic virus. 한국식물병리학회지 7: 108-117.
14. 張茂雄. 全桓惠. 白大憲. 鄭載東. 1991. 韓國産 蘭科植物에 發生하는 바이러스에 關한 研究. (2). *Dendrobium mosaic virus*, *odontoglossum ringspot virus*, orchid fleck virus, unidentified potyvirus. 한국식물병리학회지 7:118-129.
15. 張茂雄. 金龍基. 咸泰守. 1984. 蘭의 바이러스病에 관한 研究(1) *Odontoglossum ring-spot virus*. 嶺南大學校 基礎科學研究 4:173-184.
16. 張茂雄. 尹泰奎. 1987. 다알리아에서 분리한 3종의 바이러스. 嶺南大學基礎科學研究 7: 151-167.
17. 張茂雄. 朴禹源. 鄭載東. 林箕柄. 羅瑢俊. 1988. 바이러스에 感染된 마늘 組織內的 마늘 잠재 바이러스(GLV) 및 마늘 모자이크 바이러스(GMV)의 存在樣式. 韓國園藝學會誌 29: 253- 265.
18. 장무웅. 박우원. 정재동. 오중열. 1992. 마늘 잠재 및 모자이크 바이러스에 감염된 마늘의 조직배양에 의한 바이러스 무병독식물체의 생산. 한국식물병리학회 8: 123-130
19. Dawson, W. O. 1984. Effects of animal antiviralchemicals on plant viruses *Phytopathology* 74: 211-213.
20. Doi, Y., Chang, M. U., and Yora, K. 1977. Orchid fleck virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant viruses* No. 183.
21. 土居養二. 鳥山重光. 與良清. 明日山秀文. 1969. ダイレクトネガティブ 染色法による ウ イルス 粒子の簡易觀察. 日本植病報 35: 180-187.
22. Edwardson, J. R., and Christie, R. G. 1977. Use of virus-induced inclusions in classification and diagnosis. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16:31-55.
23. Edwardson, J. R., Christie, R. G., and Ko, N. J. 1984. Potyvirus cylindrical inclusions-subdivision-IV. *Phytopathology* 74: 1111-1114.
24. Francki, R. I. B. 1970. *Cymbidium mosaic virus*. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses*

No. 27.

25. Francki, R. I. B., Mossop, D. W., and Hatta, T. 1979. Cucumber mosaic virus CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses* No. 213.
26. Gill, C. C. and Chong, J. 1975. Development of the infection in oat leaves inoculated with barley yellow dwarf virus. *Virology* 66: 440-453.
27. 周廷光. 1980. 臺灣 蘭花 毒素 病害之 研究. 摘自中國園藝 26:124-142.
28. Goff, L. M., and Corbett, M. K. 1977. Association of tomato ringspot virus with a chlorotic leaf streak of Cymbidium orchids. *Phytopathology* 67:1096-1100.
29. Gooding, G. V. and Hebert, T. T. 1967. A simple technique for purification of tobacco mosaic virus in large quantities. *Phytopathology* 57: 128
30. 韓昶烈. 金濟弔. 李炳基. 殷鐘旋. 1979. 마늘의 生長點 培養에 관한 研究. 韓國植物 組織培養學會 誌 6: 1-14.
31. Hanmilton, R. I., Edwardson, J. R., Francki, R. I. B., Hsu, H. T., Hull, R., Koenig, R. and Milne, R. G. 1981. Guideline for the identification and characterization of plant viruses. *J. Gen. Virol.* 54: 223-241.
32. Holling, M. 1965. Disease control through virus-free stock. *Annu. Rev. Phytopathol.* 3: 367-396.
33. Holling, M and Stone, O. M. 1964. Investigation of carnation viruses. I. Carnation mottle. *Ann. App. Biol.* 53: 103-108.
34. Holling, M., Stone, O. M., and Barton, R. J. 1977. Pathology, soil transmission and characterization of cymbidium rinpspot, a virus from Cymbidium orchids and white clover. *Ann. Appl. Biol.* 85:233-249.
35. Howard, J. and Shannon, L. M. 1977. A rapid quantitative and highly specific assay for carbohydrate-binding protein. *Anal. Biochem.* 79: 234-239.
36. Hu, C. Y. and Wang, P. J. 1984. Meristem, shoot tip and bud culture. In D. A. Evans, W. R. Sharp, P. V. Ammirato and Y. Yamada (eds), *Handbook of plant cell culture*, Volume 1, pp. 177-227. New York, Macmillan.
37. Inouye, N. 1966. A virus disease of Cymbidium caused by odontoglossum ring-spot virus. *Ber. Ohara Inst. Iandw. Biol. Okayama Univ.* 13:149-159.
38. Inouye, N. 1968. Virus disease of Cymbidium and Cattleya caused by Cymbidium mosaic virus. *Ber. Ohara Inst. Iandw. Biol. Okayama Univ.* 14:161 -170.
39. 井上成信. 1969. Dendrobium から 分離された cucumber mosaic virus. 農學研究 53:49-60.
40. Inouye, N. 1976. Dendrobium mosaic virus. *Ber. Ohara Inst. Iandw. Biol. Okayama Univ.* 16: 165-174.
41. 井上成信. 1980. サギソウから分離されたひも狀ウイルス-Pecteilis mosaic virus. 日本植病報

46:414.

42. 井上成信. 1983. Cymbidium에서 분리された odontoglossum ringspot virus의 I 시스템의 性質. 農學研究 60: 53-67.
43. 井上成信. 1990. 란의 病害. 日本植物防疫 44:29-33.
44. 井上成信, 井上忠男. 1972. Calanthe에서 分離された 인젠 黃斑 모자이크 바이러스 類似의 바이러스에 關하여. 日本植病報 38:211.
45. 井上成信, 前田孚憲, 光畑興二. 1982. 에비네에서 分離された cucumber mosaic virus. 農學研究 53:49-60.
46. Inouye, N., Maeda, T., and Mitsuhashi, K. 1988. A strain of Clover yellow vein virus isolated from *Calanthe* sp. *Acta Horticulturae* 234:61-67.
47. 井上成信, 呂理桑. 1983. 臺灣의 란과 蘭科植物에 於ける 바이러스. 農學研究 60: 91-110.
48. Jensen, D. D., and Golo, A. H. 1951. A virus ringspot of *Odontoglossum* orchid: symptoms, transmission, and electron microscope. *Phytopathology* 41: 648-653.
49. 全桓惠. 1989. 韓國産 蘭科植物에서 分離된 바이러스. 영남대학교 박사학위 논문.
50. Kado, C. I., and Jensen, D. D. 1964. Cymbidium mosaic virus in *Phalaenopsis*. *Phytopathology* 54:974-977.
51. Kassanis, B. 1967. Plant tissue culture. In K. Maramorosch and H. Koprowski (eds), *Methods in Virology*, Vol.1, pp. 537-566. New York, Academic Press
52. Kitajima, E. W. and Lauritis, J. A. 1969. Plant virions in plasmodesmata. *Virology* 37: 681-685.
53. Klein, R. E. and Livingston, C. H. 1982. Eradication of potato virus X from potato by Ribavirin treatment of cultured potato shoot tips. *Am. Potato J.* 59: 359-365.
54. 이현숙, 라용준. 1976. 우리나라 난 바이러스 병에 관한 연구. 한국식물보호학회지. 15:117-146.
55. Lesemann, D. E. 1977. Long, filamentous virus-like particles associated with vein necrosis of *Dendrobium Phalaenopsis*. *Phytopath.Z.* 89:330-339.
56. Lesemann, D. E., and Doraiswamy, S. 1975. Bullet-shaped virus-like particles in chlorotic and necrotic leaf lesions of orchid. *Phytopath.Z.* 83:27-39.
57. Lesemann, D. E., and Koenig, R. 1985. Identification of bean yellow mosaic virus in *Masdevallia*. *Acta Horticulturae* 164:347-354.
58. Lesemann, D. E., and Vetten, H. J. 1985. The occurrence of tobacco rattle and turnip mosaic viruses in *Orchis* spp. and an unidentified potyvirus in *Cypripedium* *Caceolus*. *Act. Horticulturae* 164:45-54.
59. Limmasset, P. and Cornuet, P. 1949. Recherche du virus de la mosaïque du tabac dans les meristemes des plantes infectees. *C. R. Acad. Sci. Paris.* 228: 1971-1972.
60. Long, R. D. 1981. *Tissue culture and in vitro antiviral chemotherapy of tobacco and potato.*

PhD Thesis. London University.

61. Lovisolo, O. 1988. New potential quarantine problems for ornamentals in Europe. *Acta Horticulturae* 234:68-81.
62. Martrilli, G. P., and Russo, M. 1977. Plant virus inclusion bodies. *Adv. Virus Res* 21:175-185.
63. Matthews, R. E. F. 1981. Transmission and movement. In R. E. Methews(ed), *Plant virology*, pp. 275-313. New York, Academic Prees.
64. Milne, R. G., and Luisoni, E. 1977. Rapid immune electron microscope of virus preparations, In: *Methods in Virology*. Volume 6. pp. 265-281, Academic Press, New York.
65. 陸一振, 1985. 組織培養을 이용한 園藝作物의 無病株生産. 韓國園藝學會誌 26: 429-440.
66. Morales, F. J., and Bos, L. 1987. Bean yellow mosaic virus. CMI/AAB. *Descriptions of Plant Viruses* No. 337.
67. Morel, G. and Martin, C. 1952. Guerison de dahlia atteints dune maladie a virus. *C. R. Acad. Sci. Paris* 225: 1324-1325.
68. 森寬一, 濱室悅, 次下村, 徹池上雍春. 1969. 織培養によるウイルス罹病植物の無毒化. 日本農事試験場報告 13: 45-110.
69. Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physio. Plant.* 15: 473-479.
70. 小川勉. 1978. ニンニク種球生産とウイルスフリー株の育成. 泛菜種子生産研究會編. 野菜の菜種技術. pp. 92-99.
71. Paul, H. L. 1975. Odontoglossum ringspot virus. CMI/ABB. *Descriptions of Plant Viruses* No. 155.
72. Pearson, M. N., Brunt, A. A., and Pone, S. P. 1990. Some hosts and properties of a potyvirus infecting *Vanilla fragrans* in the Kingdom of Tonga. *J. Phytopathology* 128:46-54.
73. Pearson, M. N., and Cole, J. S. 1986. The effects of Cymbidium mosaic virus and odontoglossum ringspot virus on the growth of Cymbidium orchids. *J. Phytopothology* 117: 193-197.
74. Quak, F. 1977. Meristem culture and virus-free plants. In J. Reinert and Y. P. S. Bajaji (eds), *Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*, pp. 598-615. Berlin, Heidelberg, New York, Spring-Verlag.
75. Schuster, G. 1979. On some interactions of virazole and plant hormones in virus-infected plants. *Phytopathol. Z.* 94: 72-79.
76. Solberg, R. A. and Blad, J. G. 1963. Ditribution of a natural and an alien form of TMV in the shoot apex of *Nicotiana glauca*. *Virology* 21: 300-308.
77. Toussaint, A., Dekegel, D., and Vanheul, G. 1984. Distribution of *Odontoglossum*

- ringspot virus in apical meristems of infected Cymbidium cultivars. *Physiological Plant Pathology* 25: 297-305.
78. Walkey, D. G. A. 1978. In vitro methods for virus elimination. In T. A. Thrope(ed), *Frontiers of Plant Tissue Culture*, pp. 245-254. Calgary, Calgary University Press.
79. Walkey, D. G. A. and Cooper, V. C. 1975. Effect of temperature on virus eradication and growth of infected tissue cultures. *Ann. Appl. Biol.* 80: 185-190.
80. Walkey, D. G. and Webb, M. J. W. 1968. Virus in plant apical meristems. *J. General Virology*. 3: 311-313.
81. Wang, P. J. and Hu, C. Y. 1980. Regeneration of virus-free plants through in vitro culture. In A. Feichter (ed), *Advances in Biochemical Engineering*, pp. 61-99. Berlin, Heidelberg, New York, Spring-Verlag.
82. Wisler, G. C., Zettler, F. W., and Mu, L. 1987. Virus infections of Vanilla and other orchids in French Polynesia. *Plant Disease* 71:1125-1129.
83. Wisler, G. C., Zettler, F. W., and Purcifull, D. E. 1982. A serodiagnostic technique for detecting Cymbidium mosaic and odontoglossum ringspot viruses. *Phytopathology* 72:835-837.