

배나무잎 검은점병(구 : 이상반점증상)에 관한 연구

남 기 웅

농업과학기술원 작물보호부 병리과

배는 식물 분류학상 장미과(Rosaceae), 배아과(Pomoideae), 배속에 속하는 대표적인 온대과수로 Asia, Europe, Africa 등 세계적으로 넓게 재배되고 있다. 우리나라에서는 옛날부터 우리 인간 생활과 밀접한 관계가 있으며 전통적으로 가래, 이뇨, 소화, 변비 등에 효과가 있어 생식은 물론 주스등 가공용 제품에도 이용되고 있고 최근에는 독특한 향을 갖고 있는 배술까지 개발되어 인기가 매우 높다.

우리나라에서 재배되고 있는 배는 동양배로서 그 품질이 우수하여 WTO 체제하에 농가소득면에서 국제 경쟁력있는 유망작목으로 각광받고 있어 그 재배면적이 매년 급증하여, 현재 18,243ha에 연간 22만 M/T을 생산하고 있다. 재배품종의 대부분은 1906년 원예모범장이 개설된 이후부터 근대에 이르기까지 일본에서 육성된 품종으로 만삼길, 금춘추, 장십랑이 주품종이었다. 그러나 최근에는 과실이 크고 품질이 좋아 수출도 유망시되는 신고품종으로 고접갱신과 신규개원이 활발히 이루어져 현재 신고가 재배면적의 약 70%을 차지하고 있다.

배는 한국을 대표하는 과실로 오래전부터 국민의 사랑을 받아온 중요한 과수종의 하나이다. 그런데 70년대 후기부터 일부농가에서 배잎에 검은무늬병과 비슷한 원인불명의 검은반점이 검은무늬병에 저항성인 신고에서 발생하여 문제가 되었으나 최근에는 전국의 과수원에 만연하여 배 재배농가에 큰 피해를 주는 병으로 대두되고 있다(14).

본 병의 발생시기는 년차간, 품종간의 약간의 차이는 있으나 빠른 경우 5월 중, 하순경부터 발병이 되나 보통 6월 상순부터 발생한다. 본 병에 대해서 그 동안 일부 연구가 이루어졌지만 많은 논란이 되어왔고, 일부농가 및 연구자는 생리장해, 약해, 환경오염 등 병원이 확실히 밝혀지지 않아 이상반점증상으로 널리 불려져 왔고(6), 일부지역에서는 유사 흑반병 또는 도깨비병 등으로 알려져 있다. 따라서 그 동안 생리장해로 오인해 방치하거나 또한 과도한 농약살포로 인한 약해 등으로 큰 피해를 받은 경우도 있다.

본 병과 유사한 병으로 일본에서는 1950년대 초에 나가노현(長野縣) 등에서 처음으로 발생하여 당초에는 생리적 갈반병으로 보고했으나, 그후 연구결과 점목전염성 병으로 증명되어 바이러스병의 일종인 괴저반점병으로 보고했으나 그 병원바이러스는 동정되지 않았다(15, 23). 이 글에서는 본 병의 병징, 원인구명을 위한 일련의 연구결과와 방제대책에 대하여 기술하고자 한다.

병징과 발생소장

본 병은 5월 중, 하순경부터 단과지에는 어린잎을 제외한 성엽의 경화한 잎에, 도장지에는 기부쪽

성엽의 경화한 잎에 발생하여 점점 위로 올라간다. 그러나 가지와 과실에는 전혀 발생하지 않는다. 반점의 모양은 동일품종내에서도 계절등에 따라 약간의 차이가 있다. 초기에는 주로 타원형 또는 부정다각형의 투명한 반점이 잎의 가장자리나 소엽맥 주위로부터 발생하나 시간이 지나면서 잎 전체에 황색반점으로 변한다. 후에 황색반점의 표면이 적자색으로 되고 급속히 흑갈색으로 변한다. 이 흑갈색의 반점은 주로 최초에는 잎선단 등 소엽맥에 발생하다가 곧 잎 전체로 확산된다. 흑갈색의 반점이 오래되면 갈색으로부터 회갈색으로 변하고 후에 회백화되어 엽육조직이 괴사되고 함몰되며 종종 구멍이 생기기도 한다. 반점의 크기는 초기에는 직경 0.9-2.5 mm의 범위(1.47 mm)로 일단 발생하면 대부분 더 이상 커지지 않았지만 발생최성기에 이르면 작은 반점이 합쳐져 큰 반점이 되고 점차 불규칙한 병반으로 확대된다(Fig. 1).

그러나 본 병은 병징상으로 볼 때 대부분의 농가에서 혼동하고 있는 검은무늬병과 아래와 같은 면에서 쉽게 구별할 수 있었다. 첫째 검은점병은 주로 타원형 또는 부정다각형의 모양이 많은데 비하여 검은무늬병은 주로 원형이고, 두번째는 과실에는 발생하지 않고 주로 성엽의 경화된 잎에 전면적으로 일제히 발생하지만 검은무늬병은 주로 유엽과 유과에 발생하면서 그 크기도 대, 소 불균형으로 한 시기에 일제히 발생하지 않는다. 셋째로는 소엽맥간에 발생하지만 검은무늬병은 엽맥에도 발생한다. 넷째, 발병한 잎이 뒤틀리지 않지만 검은무늬병은 반점주의에 황색을 띄면서 뒤틀리는 특징이 있다. 다섯째, 검은무늬병에 저항성 품종인 신고에서 발생이 심하다. 이러한 결과로 볼 때 우선 병징상에서 검은무늬병과 큰 차이가 있고 또한 검은점병은 검은무늬병에 저항성인 신고에서 가장 심하게 발생한다는 면에서도 검은무늬병과는 명백히 다르다.

발생소장을 보면 수원지방의 경우 일반적으로 5월 중순부터 발생하나 해에 따라 초발이 4-5일 정도 차이가 있다. 병반은 주로 과총엽과 도장지의 기부일부터 발생하기 시작하여 5월 하순부터 급격히 병반수가 증가하면서 발병엽율이 6월초에 20-30% 달하며 6월 중하순에는 발병이 최대치에 이른다. 7월 이후에는 해에 따라 증감은 있으나 대개 7월 중순부터 더 이상의 발생이 없으며 이 상태가



Fig. 1. A typical symptom development of black necrotic leaf spot on leaves in Nitaka.

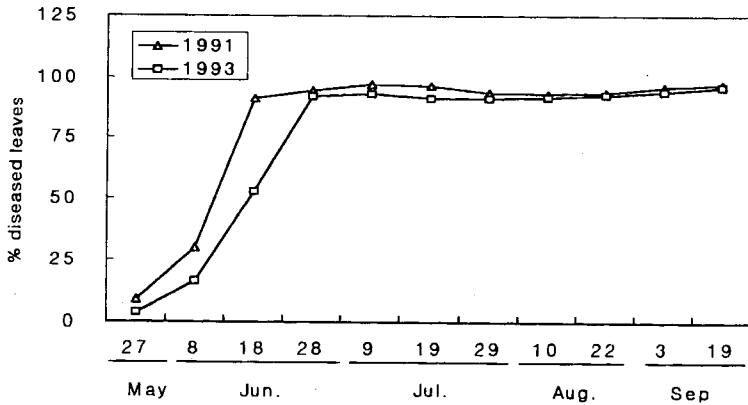


Fig. 2. Seasonal development of pear necrotic spots in Niitaka trees.

8월까지 계속된다(16). 기온이 서늘해 지는 9월에는 7월이후에 나온 잎이 경화되면서 새로운 병반이 발생한다(Fig. 2).

본 병의 가지별 발생위치를 보면 조사한 도장지 전체로 발병엽율이 약 74%나 되었으며 1신초당 대체로 3/4 이하의 기부에서 발생이 많았고, 선단부는 발생이 적었다. 신초기부에서 10번째 잎까지는 잎당 병반수가 30개 이상으로 심하게 나타난 잎이 25% 이상되었고, 10번째부터 17번째 잎 사이에는 주로 병반수가 10개 미만으로 감소하였다. 또한 18번째 잎부터는 병반형성이 없고 아랫잎으로 갈수록 병반이 많고 윗잎으로 갈수록 병반이 적거나 없는 것으로 나타났다(Table 1).

피해 및 발생분포

본 병이 발생하는 나무에는 나무전체에 증상이 나타날 뿐만 아니라 몇개의 가지에만 한정해서 발생하는 경우도 있다. 일단 한번 발생한 나무는 매년 발생하며 해가 더해가면서 그 정도가 점점 심해진다. 발생이 심한 나무는 조기에 낙엽이 되어 수세가 쇠약해져 나무에 큰 영향을 미친다. 발병엽율이 80% 이상 심하게 발생한 나무는 정상적인 나무보다 과실이 비대되지 않아 수량이 약 50% 정도 감소되며 당의 증가가 되지않고 산함량도 많아 품질이 크게 저하된다(16)(Table 2).

우리나라 11개 배 주산단지를 중심으로 한 검은점병의 발생을 조사하여 본 결과 품종별로는 신고가 가장 많은 발생을 보여 전국평균 발병주율이 약 23%에 달하였다. 신고는 우리나라 재배면적의 약 70% 이상을 차지하고 있는 중요한 품종으로 농가의 피해가 큰 것으로 사료된다. 장십랑은 지역에 상관없이 발생하지 않았다. 지역별로 보면 장십랑 주산단지인 울산지역에서는 신고에서 약간 발생하여 피해가 가장 적었고, 전남지역에서는 신고, 금촌추 등에서 발생율이 높아 피해가 가장 심하였다. 그밖에 안성, 평택, 전주, 조치원, 공주, 용인, 남양주, 화성 등 지역에서도 고루 발병하여 피해를 주고 있었으며 특히 신고품종에서 피해가 가장 심하다는 것이 특징이다(Table 3).

Table 1. Development of abnormal leaf spots affected by leaf position on the current shoots of cultivar Niitaka in June 1993

Leaf position (from the base)	No. of shoots examined	% leaves with lesion number of			
		1	1-10	11-30	31 <
1 st	12	8.3	25.0	58.3	8.3
2 nd	12	0	16.7	33.3	50.0
3 rd	12	8.3	8.3	33.3	50.0
4 th	12	16.7	16.7	8.3	58.3
5 th	12	8.3	25.0	16.7	50.0
6 th	12	25.0	33.3	8.3	33.3
7 th	12	33.3	8.3	25.0	33.3
8 th	12	16.7	41.7	16.7	25.0
9 th	12	25.0	33.3	16.7	25.0
10 th	12	41.7	25.0	8.3	25.0
11 th	12	75.0	16.7	8.3	0
12 th	12	41.7	41.7	16.7	0
13 th	12	41.7	58.3	0	0
14 th	12	75.0	25.0	0	0
15 th	12	75.0	25.0	0	0
16 th	12	66.7	33.3	0	0
17 th	12	91.7	8.3	0	0
18 th	12	100	0	0	0
19 th	12	100	0	0	0
20 th	12	100	0	0	0
21 th	12	100	0	0	0
22 th	12	100	0	0	0

Table 2. Comparison of yield components between diseased and healthy pear trees sampled at two different areas in Korea in 1991

Area sampled	Tree ^a	No. fruits /tree	Total fruit weight (kg)/tree	Average of fruit weight(g)	Yield index ^b
Pyeongtaeg	Diseased	172.0 ± 10.0	62.8 ± 1.3	365.0 ± 14.0	43.8
	Healthy	280.0 ± 7.0	143.5 ± 6.8	512.5 ± 11.5	100.0
Suwon	Diseased	236.5 ± 48.5	74.5 ± 16.5	313.5 ± 5.5	57.8
	Healthy	233.0 ± 53.0	129.0 ± 28.0	554.5 ± 6.5	100.0

^aTwo pear trees of the cultivar Niitaka randomly selected were sampled each.

^bBased on total fruit weight per tree.

Table 3. Regional occurrence of abnormal leaf spots in major pear cultivation areas surveyed in June 1993

Area surveyed	Cultivar	Tree age (year)	No. trees examined	% trees diseased ^a	Other name of the cultivar	
Ulsangun	Niitaka	25	1,100	2.3	Seosaengbae	
	Chojuro	25	750	0.3		
Najushi	Niitaka	25	60	41.7	Najubae	
	"	20	590	20.9		
	"	18	95	52.6		
Jeonjushi	Imamuraaki	20	120	29.2	Iseobae	
	Niitaka	30	50	66.7		
	"	25	30	13.3		
	"	9	120	41.7		
	"	8	350	4.0		
Gongjushi	"	6	475	9.5		
	Niitaka	24	250	18.8		
	"	21	230	10.4		
Yeonkigun	Niitaka	25	160	50.0	Seonghwan-bae	
Cheonanshis	Niitaka	23	370	5.7		
Anseonggun	"	21	130	12.3	bae	
	Niitaka	25	400	10.0	Anseongbae	
Pyeongtaegshi	"	20	950	11.1		
	Niitaka	20	650	1.8		
Yonginshi	"	18	107	23.8		
	Niitaka	20	200	90.5		
	Namyangjushi	Niitaka	25	400		12.5
	"	20	450	2.9		
Whaseonggun	"	18	590	10.2	Meoggolbae	
	Chojuro	20	250	0.0		
	Niitaka	20	500	4.0		
	"	26	270	26.3		

^aThe tree with more than 10% of leaves diseased was considered as diseased tree.

환경요인과 발생

배나무잎 검은점병의 원인을 구명하기 위해 검은반점이 발생할 가능성 있는 모든 요인에 대하여 검토를 하였다. 먼저 과수원의 토양환경에 관하여 조사를 하였다. 토양수분을 과습, 정상, 건조 조건으로 해서 배를 재배한 결과 처리간에 본 병과 발생의 차이는 없었다(Table 4).

Table 4. Severities of the abnormal leaf spot disease on 2-year-old pear trees of cultivar Niitaka grown in pots under the different irrigation treatments

Irrigation treatment ^a	Tree status	No. of trees tested	Disease severity							
			May 29		June 5		June 15		June 26	
			A ^b	B ^c	A	B	A	B	A	B
Irrigation I	Inoculated	8	0	0	25.0	2.8	100	35.7	100	52.0
	Uninoculated	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigation II	Inoculated	8	25.0	1.3	50.0	12.7	100	49.7	100	64.2
	Uninoculated	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Irrigation III	Inoculated	8	0	0	50.0	9.9	100	42.4	100	56.6
	Uninoculated	8	0	0	0	0	0	0	0	0

^a Excess. Start watering at 0.2bar soil moisture level with double amount of standard quantity (excess-watering).

Standard. Start watering at 0.2bar soil moisture level with standard amount.

Reduced. Start watering at 0.5bar soil moisture level with standard amount.

^b % trees showing diseased symptoms.

^c % leaves diseased.

따라서 토양수분함량은 검은점병 발생에 직접적인 요인으로 관여하지 않는 것으로 생각된다. 과수원의 토양화학성을 조사한 결과 발생한 과수원의 토양은 건전과수원의 토양보다 유효인산의 함량이 높았고 치환성 염기와 무기태 질소등은 반점의 발생과 상관관계가 없었다(19).

본 병의 발생과 기상과의 관계에서 보면 본 병의 발생최성기인 6월의 평균기온은 21.5°C이고 발생이 적거나 중단되는 7월과 8월의 온도는 6월보다 월등히 높았다. 또한 5월과 9월에는 6월보다 낮았다. 이러한 기상으로 판단할 때 본 병은 온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다. 따라서 온도와 검은반점 발생과의 관계를 밝히고자 비닐을 이용 강우차단 재배한 결과 일반 노지재배보다 14-36% 정도 발병이 감소하였다. 또한 매년 발생하는 나무에 가지별로 유산봉지를 씌우고 시기별로 봉지를 제거한 결과 고온기인 8월에 제거한 가지에서는 전혀 발생하지 않았으나 무처리에서는 100% 발병하였다. 또다른 방법으로 봉지종류별로 배나무잎에 봉지를 씌운 잎에는 봉지종류에 관계없이 발병이 되지 않았다(Table 5).

이러한 원인을 밝히고자 봉지내의 온도를 조사한 결과 가지에 봉지를 씌운 처리에서는 노지보다 11.3°C 높았고 최고 42.6°C까지 올라갔다. 잎에 봉지를 씌운 처리에서도 봉지내의 온도는 노지보다 22.3°C나 높아 47.9°C까지 올라갔다(Table 6).

이러한 결과로 판단할 때 본 병은 온도와 밀접한 관계가 있고 고온에 의하여 발병이 정지되는 것으로 사료된다. 따라서 본 병이 가장 잘 발현하는 온도를 밝히고자 주, 야간의 온도를 달리하여 시험한 결과 주간 23°C/야간 18°C의 조건하에서 검은점이 가장 잘 발현되었다. 이 온도보다 높은 28/23°C와 낮은 온도인 18/13°C에서도 반점의 발생은 발현하였으나 시일이 오래 걸렸다(Table 7).

또다른 원인으로 생각할 수 있는 것은 최근 지구환경 악화로 인하여 산성비에 의한 피해는 아닌가 하여 강산성인 pH 3.0부터 pH 7.0까지 인공산성비를 만들어 배나무에 살포한 결과 검은반점은 전

Table 5. Development of abnormal leaf spots on the pear leaves bagged or wrapped with different covering materials in diseased Niitaka trees

Covering material ^a	No. of leaves treated	No. of leaves diseased ^b
Newspaper bag	20	1
Oil paper bag	20	2
Transparent P. E. film bag	20	0
Black P. E. film bag	20	0
Wrap film wrapping	20	2
Masking tape wrapping	20	3
Uncovered control	20	20

^a Date of covering : May 10, 1994.^b Date of removing : July 10, 1994.**Table 6. Daily temperature fluctuation on the leaf surface as affected by different leaf covering materials on June 4, 1994**

Covering treatment	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00	06:00	08:00
	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00	06:00	08:00	10:00
Newspaper bag	32.8	34.5	34.6	32.3	23.4	16.3	22.3	20.4	17.9	20.1	20.4	24.8
Oil paper bag	42.6	43.2	39.3	34.8	23.8	16.1	21.7	20.0	17.2	19.6	21.8	29.8
Transparent P. E. film bag	38.9	44.2	41.7	36.2	23.4	15.7	20.9	18.7	16.9	19.2	20.8	27.7
Black P. E. film bag	37.9	36.3	35.3	33.6	23.6	15.8	21.2	19.1	16.7	19.1	21.2	29.1
Wrap film wrapping	47.9	46.8	39.2	33.1	24.1	16.2	21.6	19.5	17.4	19.8	22.4	36.0
Masking tape wrapping	38.8	36.5	32.5	30.3	23.8	16.5	22.0	19.9	17.6	19.9	20.7	28.9
Uncovered Control	25.8	27.2	27.7	26.5	22.7	21.3	17.5	15.7	14.3	13.4	17.2	23.5

Table 7. Effect of day/night temperature regimes on the development of abnormal leaf spots on 3-year-old pear trees in growth chambers

Temperature regime (day/night) ^a	No. of trees treated	No. of trees diseased	% leaves diseased			
			Jun 10	Jun 20	Jun 30	Jul 10
28/23°C	4	4	2.0	19.8	27.0	28.5
23/18°C	4	4	35.0	70.3	80.0	81.8
18/13°C	4	4	0.3	2.3	6.5	10.0

^a Day temperature was applied between 09:00-18:00 and night temperature between 18:00-09:00.

혀 발생하지 않았다. 그리고 약해와 약효에 관한 실험을 한 결과 일부농가에서 현재 사용하고 있는 농약에 의한 약해는 극히 드물게 발생하였으나 본 병과 유사한 증상은 발생하지 않았다. 그리고 현재 시판되고 있는 농약으로는 전혀 방제가 곤란하였다.

병원균의 분리와 검정

본 병이 곰팡이나 세균에 의한 원인이 아닌가 검토하기 위해서 신고와 이십세기 잎의 검은반점으로부터 병원균을 분리한 결과 *Alternaria* spp.가 주로 분리되었다. 분리된 *Alternaria* spp.를 병원성 검정한 결과 신고에서 분리한 균은 신고는 물론 이십세기에서도 병원성이 없었다. 그러나 이십세기에서 분리한 균은 신고에서는 병원성이 없었으나 이십세기에서는 병원성이 인정되었다. 따라서 본 병원균은 *Alternaria kikuchiana*로 동정되었다(Table 8). 이상의 결과 본 병은 *Alternaria kikuchiana*와는 상관없는 것으로 확인되었다(17).

전염

본 병의 전염방법을 밝히고자 병원균을 분리하여 병원성 검정등 일련의 시험을 한 결과 병징이 전혀 재현되지 않았다. 따라서 병원체가 수체내에 있다고 판단 접목시험을 수행하였다. 배 실생대목에

Table 8. Pathogenicity of *Alternaria* isolates from the lesions on the leaves of two pear cultivars by detached leaf test and by pot test with 2-year-old trees grown in pots

Isolate	Origin of isolates	Pathogenicity ^a			
		Detached leaf test		Pot test	
		Niitaka	Nijisseki	Niitaka	Nijisseki
S-1	Niitaka	-	-	-	-
S-2	"	-	-	-	-
S-3	"	-	-	-	-
S-4	"	-	-	-	-
S-5	"	-	-	-	-
I-1	Nijisseki	-	+	-	+
I-2	"	-	+	-	-
I-3	"	-	+	-	+
I-4	"	-	+	-	+
I-5	"	-	+	-	-
I-6	"	-	-	-	+
I-7	"	-	+	-	+
I-8	"	-	+	-	+
I-9	"	-	+	-	-
I-10	"	-	+	-	-

^a + : Lesion developed, - : No lesion formed

이병주를 접목하는 방법 또는 실생대목에 이병지를 접목하고 그 위에 건전지를 접목하는 방법으로 2중 접목하여 각각 재배하면 이병지는 물론 건전지 모두에서 검은반점병이 심하게 발생하였다(Fig. 3)(Table 9).

또한 이병묘목과 건전묘목 기부에 설접하여 재배하는 방법과 이병묘 건전묘를 설접하지 않고 함께 재배하는 처리에도 설접한 곳에서는 이병묘는 물론 건전묘에서도 심하게 발생한 반면에 각각 재배한 곳에서는 이병묘목에서만 발생하여 접목에 의해 전염되는 것이 증명되었다(Table 10)(18).

이때 발생한 증상은 현지 농가포장에서 발생하는 증상과 같았다. 과수는 주로 접목에 의해서 번식되므로 묘목 생산시 또는 고접에 의해 품종갱신할 경우 이병된 접수로부터 전염된 것으로 생각된다. 과수의 경우 접목에 의해 전염되는 병은 바이러스, 바이로이드, 마이코플라스마 등이 있으나 본 병은 바이러스라고 생각된다(2, 10).



Fig. 3. Confirmation of graft transmission by using a double grafting method.

Table 9. Graft transmission of the abnormal leaf spot disease by double grafting method with cultivar Niitaka in a vinyl house

Date of grafting	Root stock	1st scion	2nd scion	No. trees grafted	No. trees diseased	% diseased
Mar.22,1993	SDL ^a	Diseased twig	Symptomless twig	6	6	33.3
Apr.10,1993	SDL	Diseased twig	Symptomless twig	6	4	30.4
Apr.10,1993	SDL	Symptomless twig	Symptomless twig	6	0	0

^a SDL : Seedling rootstocks (*Pyrus serotina*).

^b Data obtained from the 2nd scion.

Table 10. Development of the abnormal leaf spot diseased by tongue-graft between diseased and symptomless trees

Tree age	Status of tree used for tongue-graft	No. tree tested	No. trees diseased	% diseased leaves
1-year	Diseased Niitaka	8	8	76.2
	Symptomless Niitaka	8	98	73.7
3-year	Diseased Niitaka	4	4	44.7
	Symptomless Niitaka	4	2	16.1

지표식물 선발

과수바이러스는 초본식물 바이러스처럼 즙액전염이 용이하게 일어나지 않기 때문에 분류동정에 많은 문제점이 뒤따른다(5, 24). 따라서 대부분의 과수바이러스는 목본지표식물을 이용하여 바이러스병을 진단하고 있다(25). 1950년대부터 사과 바이러스병을 검정하기 위해서 목본 지표식물인 Lord Lambourne M. 139, Virginia Crab K6, Spy 227, Belle de Boskoop 등이 이용되어 왔다(14).

최근에는 사과 고점병으로 알려져 있는 apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV), apple stem pitting virus(ASPV) 및 apple stem growing virus (ASGV) 등 3종의 바이러스병을 동시에 조기 검정이 가능한 목본지표식물을 선발 널리 이용되고 있다(27). 배 바이러스병의 지표식물로는 Beurre Hardy, Quince C7/1, Nouveau Poiteau 등이 이용되고 있고(24), 최근 일본에서 바이러스병으로 알려져 있는 배 괴저반점병도 목본지표식물인 HN-39를 이용 검정에 사용하고 있다(9). 본 병도 바이러스병으로 추정하고 본 병의 보독유무를 조기에 검정이 가능한 지표식물을 선발하기 위해 시험을 수행하였다. 본 병에 가장 민감하게 발현하는 신고와 조생적 등 5개 교배조합 102계통의 교배실생 중에서 본 병에는 전형적인 병징이 조기에 발현하고 본 병과 유사한 검은무늬병에는 고도의 저항성인 교배실생 계통인 신고×조생적 86-2-2를 육성 선발하였다(Table 11, Fig.4) (20).

육성과정중에서 양친이 이병성인 조합에서는 이병성 획득율이 높았고, 편친이 이병성인 조합에서는 이병성 획득율이 낮았다. 실제농가의 과수원에서 신고×조생적 86-2-2의 계통이 검은점병의 보독유무를 조기에 검정이 가능하지를 검토한 결과 병징이 잘 발현하여 지표식물로서의 가치가 충분히 인정되었다(Fig. 5). 따라서 선발한 신고×조생적 86-2-2 계통을 PS-95로 명명하였다(20). 현재 PS-95는 각 연구기관과 농가에서 호평을 받으며 널리 이용되고 있다.

과수바이러스병의 진단을 위한 검정방법은 년중 단기간에 실시가능한 방법이 요구되고 있다. 식물바이러스 검정방법에는 지표식물을 이용한 생물검정법, 혈청학적 수법, 전자현미경에 의한 검정법이 알려져 있다. 그러나 대부분의 과수바이러스병은 목본지표식물을 이용한 검정에 의존하고 있기 때문에 검정시기가 제한되어 있다. 지표식물에 의한 검정방법에는 여러 가지가 있으나 사과의 경우 2중 접목방법과 2중 삽아접목방법이 이용되고 있고(24, 26), 핵과류, 감귤류에서도 각기 다른 방법을

Table 11. Severity of abnormal leaf spot symptoms developed on 7 progenies preselected for indicator plants from two parent combinations by double chip budding inoculation method using diseased trees and seed-originated virus free stock in the field in 1994 and 1995, and level of resistance of the progenies to pear black spot disease caused by *Alternaria kikuchiana*

Progeny No.	Severity of abnormal leaf spot ^a		Reaction to <i>A. kikuchiana</i>
	1994	1995	
Niitaka × Waseaka			
86-2-2	+++	+++	R ^b
86-2-30	+++	+++	R
86-2-7	+	+	M
86-2-5	+	+	S
86-2-20	+++	++	R
86-7-20	++	+++	R
Niitaka × Imamuraaki			
87-7-137	++	++	R

^aObservation was made on the basis of 6 plants.

+ : 1-2 spots/leaf, ++ : 5-10 spots/leaf, +++ : 30-50 spots/leaf.

^b-R : resistant, S : susceptible, M : moderate.



Fig. 4. Selected PS-95 as an indicator plant for pear black necrotic leaf spot disease.

이용하고 있다(7). 본 연구에서는 감수성이 높은 지표식물 PS-95을 이용 최 단시일에 이병유무의 조기검정이 가능한 방법을 개발하고자 시험을 하였다(21). 접목시기, 접목방법과 접촉시간에 대하여



Fig. 5. Black necrotic leaf spot in PS-95 two months after top-grafting.

검토한 결과 접목시기는 접목이 빠를수록 전형적인 증상이 많이 발현하였다. 일반적으로 노지에서 접목시기는 4월초로 알려져 있으나 이보다 빠른 3월말이 적합하였다. 접목방법은 간단하고 누구나 쉽게 작업할 수 있지 않으면 안된다. 지금까지의 검정은 주로 이중삭아접목방법이 널리 이용되어 왔으나(24) 본 연구결과에서는 2중 삭아접목보다는 2중 절접방법이 병징의 발현이 좋았다. 그러나 2중 절접방법은 숙련된 기술이 필요하므로 작업이 간편하고 대량검정이 가능한 2중 삭아절접방법을 선발하였다(Fig. 6). 이상의 결과를 요약하면 검은점병에 대한 보독유무의 검정방법은 지표식물 PS-95를 이용하여 3월 하순에 이중삭아절접방법이 적당하다고 사료된다.

병원바이러스

바이러스의 동정에는 즙액 또는 감염식물 조직내의 바이러스의 성상을 기초로하는 경우와 정제바이러스의 성상을 기초로하는 경우 크게 두단계로 구분하는데 본 연구에서는 전자에 의해 동정하였다. 본 병에 이병된 신고와 지표식물 PS-95의 잎을 전자현미경을 이용 세포내 미세구조를 검정한 결과 엽육세포질내에 긴 굴곡성 사상형 유사바이러스 입자가 집단으로 축적하여 존재하고 있는 현상을 관찰하였다(Fig. 7). 이들 바이러스의 입자는 핵 가까이에 크고 작은 집단으로 정렬하고 있었다(Fig. 7). 입자집단을 횡으로 잘라 보면 원형의 작은 입자의 밀집군으로 관찰되었다. 이 입자의 직경을 측정된 결과 약 12 nm였다(Fig. 8). 그러나 이 입자의 길이는 순화하지 못하여 측정하지 못하였다. 이



Fig. 6. Double-chip-grafting method for detection of BNLS.

유사바이러스를 면밀히 관찰한 결과 일반적으로 알려진 4개 그룹의 사상형바이러스 형상과는 차이가 있었다. 따라서 본 연구에서 관찰한 엽육세포내에 존재하고 있는 굴곡성사상형 유사바이러스 입자 및 이병세포를 형태학적 면으로 관찰해 본 결과 이 바이러스는 굴곡성바이러스 그룹중에서도 Closterovirus와 아주 유사하였다(Fig. 9). 따라서 이 그룹에 속하는 바이러스로 생각된다(12, 13).

Closterovirus의 입자는 직경이 12 nm, 길이가 600~2,000 nm의 ssRNA genome 구조를 갖는 다른 사상형 바이러스에 비해 외피단백질의 선상이 완만하게 말리는 구조를 갖고 있어 입자의 형상이 대단히 구불구불한 모양을 하고 있는 것이 특징이다. 또한 이 group에 속하는 대부분의 바이러스는 사부조직에 존재하고 있으나(4) 본 연구에서 확인된 바이러스 입자는 주로 배 엽육세포에 존재하고 있었다(22). 배나무잎 이병세포내에는 유사바이러스 입자외에 직경이 50~100 nm 크기의 원형의 소포(vesicles)가 관찰되었으며 소포중앙에는 밀집된 섬유사를 함유하고 있었다(Fig. 10). 이들 섬유사를 함유하고 있는 소포는 그동안 병원에 대하여 논란이 되어온 배나무잎 검은점병(구: 배나무잎 이상반점증상)이 바이러스에 의한 것임을 병원학적으로 증명하기 위한 아주 중요한 증거로 생각된다. 왜냐하면, 이들 소포는 일반적으로 대부분의 ssRNA 계놈을 갖는 식물바이러스에 의해 이병된 세포의 세포병리학적 특징으로 알려져 있기 때문이다(3). 이러한 사실 때문에 소포의 존재유무는 이병식

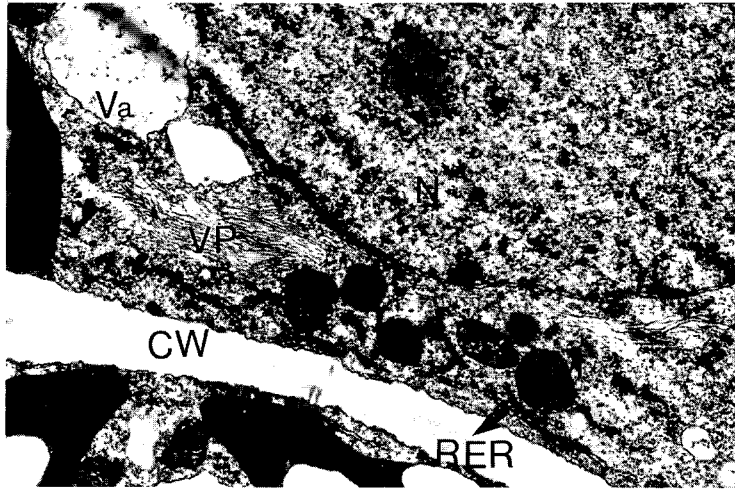


Fig. 7. Longitudinally sectioned viruslike particles(VP) wear the nucleus(N), the particles appear as bundles. CW = Cell wall; RER = Rough endoplasmic reticulum; M = Mitochondria; Va = Vacuole($\times 11,000$).

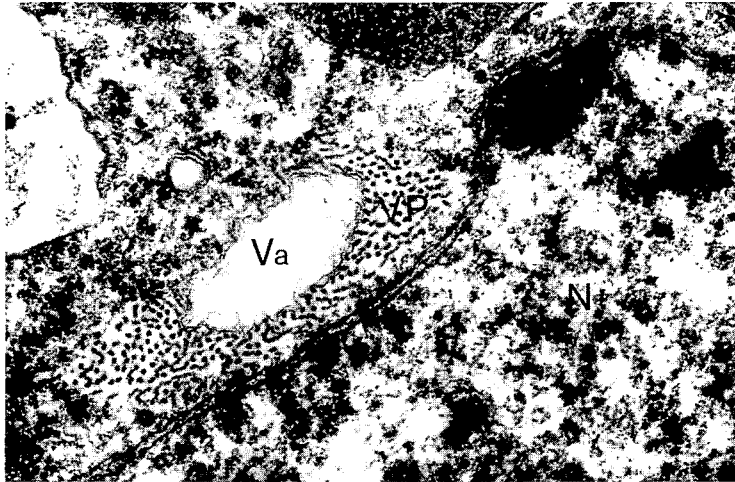


Fig. 8. Transversely sectioned viruslike particles(VP) which appeared as densely packed electron-dense spherical particles. N = Nucleus($\times 48,000$).

물의 초미세구조의 특징을 면밀히 관찰하여 바이러스를 진단하는데 있어서 중요한 단서가 되고 있다(3, 4, 8). 많은 경우에 있어서 이 바이러스들에 의해서 생성된 소포는 바이러스를 복제할 때 생기는 dsRNA를 포함하고 있는 것으로 증명되었으며, 따라서 소포는 세포 내에서의 바이러스를 복제 하는 장소인 것으로 알려져 있다(1, 11, 28).

Closteroviruses를 진단하는데 있어서 섬유사를 함유하고 있는 소포와 굴곡성 사상형 유사바이러스 입자의 존재, 그리고 사부국재성은 중요한 역할을 해 왔다(4). 그 이유는 이 closteroviruses는 원기주에서 증액전염이 잘 되지 않고, 이병잎에 나타나는 병징과 기주범위가 항상 일정하지 않아서 이



Fig. 9. Highly flexuous rod-shaped viruslike particles(VP) in another mesophyll cells. Va = Vacuole($\times 20,000$).

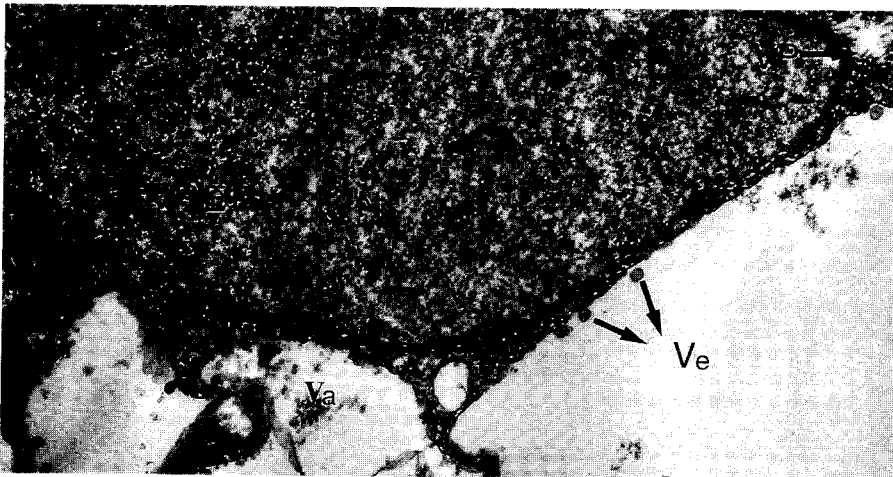


Fig. 10. Membraneous vesicles(Ve) containing electron-dense fibrils formed at the tonoplast of a mesophyll cells are seen. Upper viruslike particles(VP) near the nucleus at the right corner are also seen. N = Nucleus; RER = Rough endoplasmic reticulum($\times 26,000$).

들만으로는 진단에 이용하기에는 한계가 있기 때문이다(4, 12, 28).

본 배나무잎 검은점병의 병원 동정방법의 하나로 기주범위, 병징, 전염방법 등을 연구한 결과 기주 범위는 현재까지 배나무속 이외에는 밝혀져 있지 않고, 기주식물로부터 쉽게 즙액전염이 되지 않았다(18).

이상의 결과를 정리하여 보면 잎의 병징, 접목전염성, 섬유사를 갖고 있는 소포 그리고 굴곡성 사

상형 유사바이러스 입자의 존재를 기초로 하여 볼 때 본 병은 ssRNA 바이러스 감염에 의해서 생긴 것으로 생각된다. 더 나아가 다른 굴곡성 사상형 바이러스들인 Potyviruses, Potexviruses 그리고 Carlaviruses의 세포병리학적 특징의 부재로 보아 이 바이러스는 Closterovirus의 하나로 간주된다. 배나무에 발생하는 바이러스병은 약 10여종이 보고되고 있다(24). 일본에서는 본 병과 유사한 병해로 1957년에 배 괴저반점병이 보고되었고 1970년대에 이르러 접목전염성 바이러스병으로 밝혀졌으나 병원은 동정되지 않았다(9). 그러나 일본의 한 연구자는 병원이 사상형 바이러스로 Pear vein yellow virus와 apple stem pitting virus와 Strain이 다른 바이러스라고 하였다. Pear vein yellow virus는 혈청학적 및 입자의 형태학적 특징으로 보아 Clostero-like virus라고 보고한 바 있다.

본 실험결과 배나무잎 검은점병을 일으키는 병원 바이러스는 병태학적, 형태학적 면에서 Closteroviruses와 여러 가지 공통적인 특성을 갖고 있으므로 Closterovirus에 의한 병으로 생각되며 앞으로 좀더 깊은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

방제대책

과수 바이러스성 병해는 현재 시판되는 농약으로는 치료가 불가능하다. 따라서 최선의 방제는 예방이다. 그 예방으로는 묘목을 생산할 경우 또는 고접갱신할 때 접수를 채취하는 원 모수가 각종 바이러스병 등에 걸리지 않은 우량모수여야 한다. 모수 선정방법은 몇년동안 각종 병징이 없어야 하고 또 바이러스 잠복여부를 반드시 검정해야 한다. 검정방법은 앞에서 설명한 방법과 같이 본 바이러스병에 민감하게 반응하는 지표식물 PS-95를 접목해서 보독유무를 조사한다. 대체로 당년에 결과가 나오지만 경우에 따라서는 2년이 되지 않으면 증상이 나타나지 않는 경우가 있으나 극히 드물다. 실제적으로 성목의 경우 아주지 또는 도장지 등에 2개소 정도 높이 접목하여 검정한다. 접목시기는 아접할 경우에는 8-9월에, 절접에는 3-4월이 좋으나 절접의 경우 빨리 할수록 증상이 빨리 나타난다.

과수같이 영년생 작물에는 영양번식을 하므로 무독묘를 확보하는 것이 가장 중요하고 이병묘목을 제거하는 등 엄정한 관리가 피해방지를 위한 중요한 수단이다. 현재 경제적인 방제수단으로 생각할 때 한나무당 발병율을 80% 이상이면 배나무를 제거하는 것이 바람직하고, 그 이하로 발병이 경미하면 적과를 발병율과 비례하여 많이 해주거나 또는 저항성 품종인 수황배나 감천배 등으로 고접갱신하는 방법도 한 방법이다. 중요한 것은 모수의 보독유무를 검정하여 건전한 모수에서만 접수를 채취하여 묘목을 생산하는 방법이다. 그러면 우량묘목만이 생산되어 농가에 보급하게 되므로 품질좋은 배를 생산할 수 있을 것이다. 이렇게 하기 위해서는 깨끗한 모수원 설치, 바이러스 무독묘목의 보증제 실시와 함께 무질서한 묘목거래 질서정리 및 교육이 필요하리라 생각된다.

참고문헌

1. Assink, A. M., Swaans, H. and Van Kammen, A. 1973. The localization of virus-specific double-stranded RNA of cowpea mosaic virus in subcellular fractions in infected *Vigna*

- leaves. *Virology* 53:384-391.
2. Cropley, R. 1963. The association of sap-transmissible virus with apple chlorotic leaf spot. *Plant Disease Reporter* 47(3) : 165~167.
 3. Francki, R. I. B. 1987. Responses of plant cells to virus infection with special reference to the sites of RNA replication. UCLA symp. *Mol. Cell. Biol. New Ser.* 54:423-436.
 4. Francki, R. I. B., Milne, R. G. and Hatta, T. 1985. Closterovirus group. Pages 219-234 in : Atlas of Plant Viruses. Vol. II. CRC Press. Boca Raton, Fl.
 5. Gilmer, R. M. and Uyemoto, J. K. 1972. Sap-transmission of chlorotic leaf spot and stem-grooving virus to apple. *Phytopathology* 62:585~586.
 6. 홍경희, 김용석, 김휘천, 김정배, 이운직, 이은중, 조원대, 조의규. 1985. 배잎의 이상반점성 증상에 관한 연구. 농시논문집 (원예) 27(2):46-55
 7. 加納 健. 1989. 칸킥소바이러스병의檢定方法. 植物防疫 43(6):344-348.
 8. Kim, K. G., Ronsalves, D., Teliz, D. and Lee, K. W. 1989. Ultrastructure and mitochondrial vesiculation associated with closteroviruslike particles in leafroll-diseased grapevines. *Phytopathology* 79:357-360.
 9. Kishi, K., Takanashi, K. and Abiko, K. 1976. Pear necrotic spot, A new virus disease in Japan. *Acta Horticulture* 67:269-273.
 10. Kunkel, L. O. 1938. Contact periods in graft transmission of peach viruses. *Phytopathology* 28:491~497.
 11. Lafleche, D., Bove, C., Dupant, G., Mouches, C., Astiev, T., Garnier, M. and Bove, J. M. 1972. Site of viral RNA replication in the cells of higher plants. TYMV(turnip yellow mosaic virus)-RNA synthesis on the chloroplast outer membrane system. Proc. FEBS Meet 72:43
 12. Larsen, R. C., Kim, K. S., and Scott, H. A. 1991. Properties and cytopathology of Diodia vein chlorosis virus-a new whitefly-transmitted virus. *Phytopathology* 81:227-232.
 13. Lister, R. M., and Bar-Joseph, M. 1981. Closteroviruses. Pages 809-844 in : Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak, ed. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York.
 14. Luckwill, L. C. and Campbell, A. I. 1959. *Mallus platycarpa* as an apple virus indicator. *J. Hort. Sci.* 34:248-252.
 15. 三浦小四郎, 丸山和雄. 1960. 梨葉に發生する一つの病害. 農業及び園藝 35(3):553~554.
 16. 남기웅, 김충희. 1994. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 1. 발생상황과 피해. 한식병지. 10(3):169-174.
 17. 남기웅, 김충희. 1995. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 2. 원인구명. 한식병지. 11(3):210-216.

18. 남기웅, 김충희. 1995. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 3. 병원의 접목전염. 한식병지. 11(3):217-223.
19. 남기웅, 김충희. 1996. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 4. 온도 및 토양 수분의 영향. 한식병지. 12(2):209-213.
20. 남기웅, 김충희, 황해성. 1996. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 5. 목본 지표식물 선발. 한식병지. 12(2):214-218.
21. 남기웅, 김충희, 水谷房雄. 1996. 배나무잎 이상반점증상에 관한 연구. 6. 검정방법 한식병지. 12(3):363-367
22. 남기웅, 김충희, 김경수. 1996. 배나무잎 검은점병(구: 이상반점증상)에 관한 연구. 7. 병원바이러스의 동정. 한식병지. 12(3):368-373.
23. 野田健男, 石渡英夫, 丸島義信. 1957. 和梨の俗稱褐斑病に關する研究(第1報). 農業及園藝 32: 1799-1800.
24. Posnette, A. E. 1963. Virus disease of apples and pears. Commonwealth Agricultural Bureaux. 141pp.
25. Posnette, A. F. and Cropley, R. 1961. Indicator plants for latent virus infection in apple. *J. Hort. Sci.* 36:168~173.
26. Refatii, E. and Osler, R. 1975. Possible relationships among pome fruit viruses detected in graft transmission trials. *Acta Horticulturae* 44:201-220
27. 高橋勤, 木村茂, 後藤正沼. 1988. 3種りんごウイルス検定のためミツバカイドウMO-65 について 植防研報 24:39-43.
28. Van Kammen, A. 1984. Expression of functions encoded on genomic RNAs of multiparticulate plant viruses. Pages 301 in : *Control of Virus Diseases*. E. Kurstak, ed. Marcel Dekker Press, New York.