

# 사과 병해에 대한 화학적 방제의 현상과 개선 방향

교수 엄재열

경북대학교 농생물학과

## 1. 경북지방에 있어서 사과 병해의 화학적 방제 현황

### 가. 사과 병의 발생개황

사과는 유난히 병이 많은 작물이므로 농약을 살포하지 않고는 재배가 거의 불가능하다. 전세계에 기재된 사과나무의 기생성 병해는 96종이나 되며(19) 우리나라에서도 약 30종이 기재되어 있다(2). 특히 우리나라에서는 사과의 생육기간 중에 약 1개월이나 되는 장마기가 있으므로 전세계의 주요 사과재배 지역에 비해 병의 발생이 많은 편이다. 만약 우리나라에서 낙화기 이후에 살균제를 완전히 배제한다면 90% 이상의 과실이 수확전에 부패하여 낙과되고 수확기까지 나무에 달려 있는 사과조차도 상품성이 전혀 없는 과실이 된다(24).

필자는 1991년부터 1997년까지 경북지방에서 정상적으로 관리되고 있는 사과원에서의 병 발생상황을 조사했는데, 지금까지 21종의 기생성병이 발생하는 것으로 조사되었다(23,24). 이들 병해의 품종간의 감수성의 차이와 후지품종에서의 발생정도를 Table 1에 나타내었다.

붉은별무늬병은 거의 대부분의 지역에서 발생했으나 큰 피해는 없었고 검은별무늬병은 1996년부터 2년간 거의 발생하지 않았고(23) 1998년에는 유난히 긴 장마로 인해 청송지방에서 산발적으로 약간 발생했으나 크게 우려하지 않아도 될 것으로 생각되었다. 점무늬낙엽병은 우리나라의 주 품종인 후지는 비교적 저항성이므로 이 병으로 인해 낙엽 되는 경우는 거의 없었고, 과실에 약간 발생하는 정도였다(21,24). 갈색무늬병은 1993년 이후 매년 발생이 증가하고 있으며(23, 24) 근년에 와서는 이 병의 방제 성패가 당해 연도의 영농의 성패를 가름할 정도가 되었다. 흰가루병은 후지품종에서는 거의 발생하지 않았으나 경상북도 내에 산발적으로 재배되고 있는 홍옥에서는 발생이 매우 심했다(23).

과실에 발생하는 병으로 겹무늬썩음병이 전반적으로 심하게 발생하는데, 정상적으로 관리되고있는 과수원에서조차 심하게 발생하는 수가 많았다(23, 24). 그 동안 후지품종에서는 거의 문제가 되지 않았던 탄저병이 1997년도에는 과수원에 따라 상당량이 발생했으며, 우리나라에서 육성되어 최근 재배면적이 급격히 증가하고 있는 홍로품종에 특히 탄저병이 많이 발생했으므로 이 품종에 대해서는 별도의 방제체계 개발이 필요할 것으로 생각되었다. 그을음병과 그을음점무늬병은 봉지를 씌우지 않

는 사과에는 거의 발생하지 않았으나 봉지를 씌운 사과에서 가끔 문제가 되었다. 특히 1996년에 이들 병에 의한 피해가 매우 컸는데(23), 그해에는 봉지를 씌우는 시기인 6월중에 잦은 강우로 인해 약제 살포가 제대로 되지 못했고, 약제는 정상적으로 살포했으나 약제의 선정이 잘못된 농가도 있었다. 또 근년에 와서 과심곰팡이병의 발생이 증가하고 있는데, 이는 머리빨가위벌의 방사를 위해 개화전 약제 살포가 앞당겨지고 낙화직후의 약제 살포가 지연되기 때문인 것으로 판단되었다.

부란병은 neosozin을 사용한 이래 크게 줄었으나(20, 23) 수령이 높은 과수원에서는 여전히 약간씩 발생하고 있는 것으로 조사되었고, 특히 경북북부 지역에서는 근년에 가지부란이 증가하는 경향이 있었다(23).

Table 1. Fungal and bacterial apple diseases found in Kyungpook Province and their economic importance on Fuji apple

Major infection part	Disease	Pathogen	Susceptibility difference by cultivars	Severity on Fuji apple
Leaf	Rust	<i>Gymnosporangium yamadae</i>	-	+
	Scab	<i>Venturia inaequalis</i>	-	+
	Alternaria blotch	<i>Alternaria mali</i>	+	++
	Marssonina blotch	<i>Diplocarpon mali</i>	-	+++
	Powdery mildew	<i>Podosphaera leucotricha</i>	+	+
	Silver leaf	<i>Stereum purpureum</i>	-	+
	Leptosphaeria leaf spot	<i>Leptosphaeria</i> sp	-	+
Fruit	White rot	<i>Botryosphaeria dothidea</i>	+	+++
	Bitter rot	<i>Glomerella cingulata</i>	+	+
	Phytophthora fruit rot	<i>Phytophthora cactorum</i>	-	+
	Brooks fruit spot	<i>Mycosphaerella pomi</i>	+	+
	Moldy core	<i>Schizophyllum</i> sp.	-	+
	Sooty blotch	<i>Gloeodes pomigena</i>	-	+
	Fly speck	<i>Schizothyrium pomi</i>	-	+
Stem	Phomopsis canker	<i>Diaporthe perniciososa</i>	-	+
	Apple Valsa canker	<i>Valsa ceratosperma</i>	-	++
	Southern blight	<i>Sclerotium rolfsii</i>	-	+
Root	Violet root rot	<i>Helicobasidium mompa</i>	-	++
	White root rot	<i>Rosellinia nectarix</i>	-	++
	Phytophthora crown rot	<i>Phytophthora cactorum</i>	+	++
	Hairy root	<i>Agrobacterium rhizogens</i>	-	+

뿌리에 발생하는 병으로 흰날개무늬병, 자주날개무늬병, 뿌리목썩음병 및 털뿌리병이 발견되었는데, 그중 흰날개무늬병의 피해가 가장 컸으며(23) 비록 소수이긴 하지만 이 병으로 인해 폐원하는 사례도 있었다. 근년에 와서 역병균에 의한 뿌리목썩

음병이 많이 발생하고 있는데, MM106대목에서 심하게 발생했고 일부 과수원에서는 M26에서도 발생했다 (23). 그리고 성과기에 들어간 홍로품종에서 역병의 피해가 산발적으로 나타났는데, 이 품종에서는 뿌리목에서 발병한 것이 아니고 접수에까지 발병하여 나무 전체가 고사하는 경우도 있었다. 특히 최근 홍로 품종의 재배 면적이 급격히 증가하고 있으므로 이 병에 대한 대책이 시급히 요구되는 것으로 판단되었다. 또 털뿌리병도 지금까지 2개소의 과수원에서 발견되었는데(24), 포장 전체에 병이 만연되어 있었으므로 폐원 이외에는 대책이 없는 것으로 판단되었다.

이상과 같이 비교적 피해가 큰 병의 발생 개황을 기술했는데 나머지 병은 발생이 일부의 과수원에 국한되어 있었고 피해 정도도 대단히 경미하였다.

#### 나. 살균제 사용 실태

1992년부터 1997년까지 경상북도내 60개 독농가의 방제력을 수집하여 살균제 사용실태를 분석했다. 연간 살균제 살포회수는 1992년에는 평균 15.7회였으나 1997년에는 13.6회로 약제 살포회수가 차츰 줄어든 것을 볼 수 있었고 (Fig. 1) 76.7%의 농가가 연간 13-15회 살균제를 살포한 것으로 나타났다 (Fig. 2). 그런데 이와 같은 수치는 단순한 살균제를 살포한 회수를 나타낸 것이며 실제 소요된 살균제의 양은 이보다 훨씬 많다. 매회 약제 살포 시에 한 종류의 살균제만 살포한 농가는 36.7%였고 나머지 농가에서는 연간 1회 이상 2종의 살균제를 자가 혼합하여 살포하였으며,

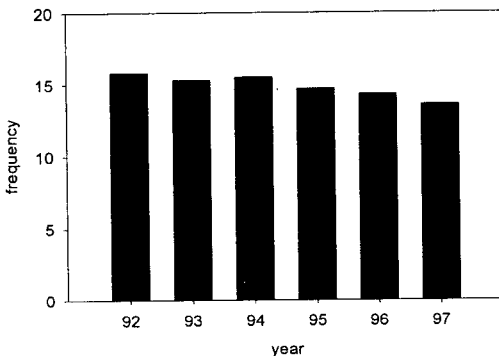


Fig. 1. Transition of fungicidal spray frequency from 1992 to 1997

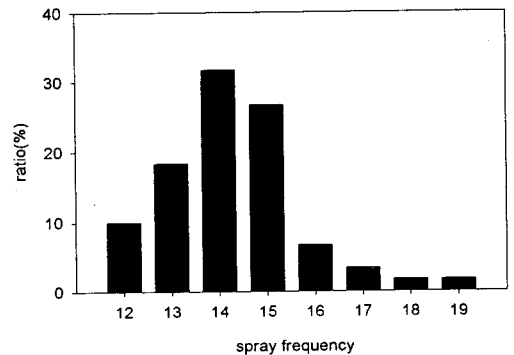


Fig. 2. Distribution of fungicidal spray frequency

특히 11.7%의 농가에서는 연간 4회나 2종의 살균제를 자가혼합 살포한 것으로 나타났다

(Fig. 3). 이들 농가의 혼합 조합 (Table 2)을 보면 2종 약제의 상승 작용으로 한 가지 병해의 방제효과를 높이기 위한 경우도 있고 또 일부의 조합은 2종 이상의 병을 동시에 방제하기 위한 것으로 생각되었다. 그러나 그와 같은 목적을 위해서 제조회사에서 합제로 개발된 품목이 다수 있고 (Table 3), 또 대부분의 살균제는 수

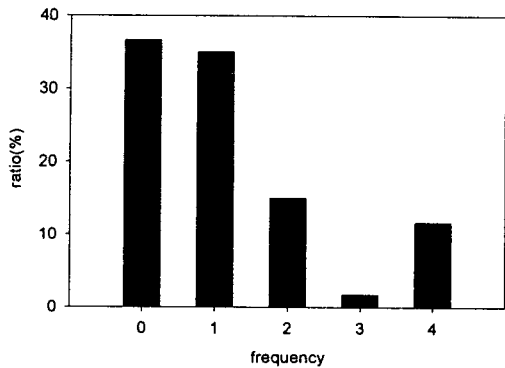


Fig. 3. States of fungicide-fungicide tank mix by farmers

종의 병에 대해 적용될 수 있으므로 spectrum이 넓은 약제를 사용하면 단일 약제만으로도 복수의 병을 방제할 수 있으므로 농가에서 자가 혼합할 필요는 없을 것으로 생각된다. 이와 같은 농가의 혼합처방은 결국 사용하는 약제의 양을 증가시키는 결과를 가져오게 된 것으로 생각되었다.

Table 2. Examples of fungicide-fungicide tank mix by the farmers

Mancozeb	Thiophanate-M, Benomyl, Bitertanol, Iprodione, Penconazole, Polyoxin, Difenoconazole, Iminoctadine,
Captan	Iprodione Thiophanate M, Bitertanol, Systhane M, Captafol, Oxine-copper
Propineb	Polyoxin, Penconazole Benomyl
Iminoctadine	Propineb, Iprodione,
Polyoxin	Folpet, Benomyl
Thiophanate M	(Thiopnanate M + Thiram)

Table 3. Status of registration of fungicides for control of folial and fruit disease of apple in Korea (1997)

Target Diseases	No. of fungicides		
	Single formulation	Combined formulation	Total
Rust	12	3	15
Scab	13	3	16
Alternaria blotch	15	15	30
Marssonina blotch	6	3	9
White rot	22	13	35
Bitter rot	13	11	24
Powdery mildew	15	4	19

Table. 4. Spray frequencies of fungicides for apple disease control(1992-1997)

Fungicides	Number of farms by spray frequency						Mean frequency
	1	2	3	4	5	6	
Mancozeb	19	26	11	5	2	1	2.3
Iminoctadine	14	16	9	5	2	1	1.8
Benomyl	20	20	12	2			1.7
Thiophanate-M	36	15	8				1.5
Propineb	24	19	3	2			1.3
Captan	16	20	3	1			1.1
Chlorothalonil	25	14	1				0.9
Myclobutanil + Mancozeb	49						0.8
Folpet	30	9					0.8
Bitertanol	30	3	1				0.7
Captafol	10	5	2	1	1		0.6
Lime-sulfur	37						0.6
Difenoconazole	24	3					0.5
Polyoxin + Captan	20						0.3
Ployoxin	11	1					0.2
Thiophanate M + Thiram	6						0.1
Iprodione	5						0.08
Cabendazim				1			0.07
Dithianon + Thiophanate M	3						0.05
Thiram	2						0.03
Hexaconazole	1						0.02
Fenarimol	1						0.02
Penconazole	1						0.02
Fluazinam	1						0.02

1997년 현재 우리 나라에서 사과와 경엽살포제로 등록된 살균제는 69품목이었으나(12) 조사한 60농가에서 1회 이상 살포한 살균제는 24 품목에 지나지 않았다(Table 4). 그리고 비록 소수의 농가이긴 하지만 특정 농약에 지나치게 의존하는 경우가 있었다. mancozeb과 iminoctadine을 연간 6회까지 살포한 농가가 있었는데 이 약은 내성균의 출현위험이 적으므로 살포회수가 많다고 해서 특별히 문제 될 것은 없으나 병 방제에 문제가 있을 수 있을 것으로 생각되었다. 또 captafol을 연간 5회를 살포한 농가가 있었는데, 이 약제는 1993년에 이미 생산이 중단된 농약이긴 하지만 이 농약이 후지가 주 품종으로 되어 있는 과수원에 빈번하게 살포될 이유는 없었던 것으로 생각되었다. 또 benomyl은 60농가에서 평균 1.7회 살포로 세 번째로 빈번하게 사용된 약제였으며 87%의 농가에서 연간 3회나 사용했다. 사과에서

benomyl은 주로 겹무늬썩음병 방제를 위해 쓰인 것으로 추정되었는데 겹무늬썩음병 감염 가능 기간 중에 이 약제를 집중 살포하면 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병이 문제가 될 수 있고, 또 이 약제는 다른 약제와는 달리 내성균의 출현 위험이 높으므로 자주 사용하는 것은 바람직하지 못한 것으로 판단된다. 그런데 더욱 문제가 되는 점은 많은 농가가 benomyl이 thiophanate-methyl 및 cabendazim과 거의 같은 약제라는 사실을 알지 못하는 것으로 판단되었는데, 이는 thiophanate-methyl이 네 번째로 빈번히 살포된 약제라는 점으로 뒷받침 될 수 있다. 그리고 극단적인 예이긴 하지만 1997년에 조사한 한 농가에서는 연간 cabendazim을 4회, benomyl을 2회 살포한 농가도 있었다.

#### 다. 경북지방의 사과 병 방제 실태

경북지역의 과수원에서의 병 방제 실태를 조사하기 위해 1997년 경북의 영천, 의성, 영주에서 통상적인 방법으로 관리하고 있는 과수원을 각각 3필지씩 선정하여 5월부터 10월까지 병 발생상황을 월 1회 조사했고, 수확후에는 이들 농가의 일년간의 살포력을 입수하여 살균제 사용 실태를 분석했다. 조사대상 병해는 약제방제를 필요로 하는 병해에 한정했다.

Table 5. Incidence of apple diseases at the fixed survey points of Kyungpook Province in 1997.

Localities	Farm	Fungicidal spray frequency	Folial disease(%)				Fruit disease(%)	
			Rust	Scab	Alternaria blotch	Marssonina blotch	White rot	Bitter rot
Yongchon	YC-1	16	1.9	0.0	4.0	13.0	12.8	0.0
	YC-2	13(1)*	0.0	0.0	1.8	13.3	7.5	0.0
	YC-3	14(1)	1.5	0.0	6.9	49.9	11.7	0.5
Uisung	U-1	14(1)	3.3	0.0	8.9	11.8	0.3	0.0
	U-2	14(2)	0.2	0.2	7.0	78.0	2.6	0.0
	U-3	14	0.0	0.0	8.6	57.4	11.6	0.7
Yongju	YJ-1	13	0.0	0.0	5.2	62.5	8.3	0.5
	YJ-2	12(1)	0.9	0.0	6.6	70.8	6.0	0.2
	YJ-3	14(4)	4.9	0.0	3.6	5.8	8.5	0.1

\* frequency of fungicide-fungicide tank mix

붉은별무늬병은 대부분의 조사지점에서 발견되었으나 발생량이 매우 적고 낙화 직후의 약제살포에 의해 거의 치유되었으므로 문제가 되지 않았다. 검은별무늬병은 9개 조사지점 중 한 농가에서 발견되었으나 발병율이 0.2%로 거의 무시해도 좋을 정도였다. 검은별무늬병은 1997년뿐만 아니라 1996년에도 상습적으로 발생하는 청송

군의 고지대에서조차 거의 발생하지 않았다. 이 병의 생활환으로 볼 때 병원균이 피해엽의 낙엽에서 월동하므로 한번 발생이 없어진다면 그 이후에는 발생이 없어질 수 있으나 이번 조사에서 나타난 바와 같이 이 병이 완전히 소멸된 것이 아니므로 기상조건에 따라 다시 발생할 소지는 남아 있는 것으로 생각되었다. 그러나 이 병이 우리 나라에 처음 유입된 1970년대 이후의 발생 경과로 볼 때 우리 나라에서는 미국이나 유럽처럼 큰 피해는 없을 것으로 판단되었다.

갈색무늬병은 조사 지점 전부에서 발생되었는데, 발병율 또한 매우 높았으며 일부의 과수원에서는 8월 하순경에 가지의 끝 부분을 제외한 대부분의 잎이 낙엽 되었다. 점무늬낙엽병 역시 조사한 과수원에서 전부에서 발생했으나 잎에서의 발병율은 최저 1.4%에서 최고 8.9%였으나 이로 인해 낙엽이 되는 경우는 거의 없었으므로 후지품종에서 잎에서의 발병은 큰 문제는 없는 것으로 판단되었다. 겹무늬씩음병은 최저 0.3%에서 최고 12.8%로 과수원에 따라 큰 차이가 있었다.

후지품종에서는 탄저병이 지금까지는 산발적으로 발생했는데 1997년에는 9개소의 조사원 중 6개소에서 0.1~0.7%까지 발생했다. 이와 같은 후지품종에서의 탄저병 발생은 1997년의 기상조건에 의한 특이적인 현상인지에 대해서는 아직 결론을 내릴 수 없으나 최근 수년간 사용 약제의 변천에 의한 전염원 밀도의 증가 여부도 검토해야 할 것으로 생각되었다.

Table 6. Fungicidal spray schedules at fixed survey orchards in 1997

Month	YC-1		EU-3		YJ-1	
	Date	Fungicides	Date	Fungicides	Date	Fungicides
Mar	30	Lime sulfur				
Apr.			2	Thiophanate-M	7	Thiophanate-M
	16	Mancozeb	13	Mancozeb	19	Fenarimol
May			23	Thiophanate-M		
	10	Mancozeb	2	Mancozeb		
			15	Systhane M	15	Systhane M
Jun.	25	Systhane M	24	Difenoconazole		
	10	Iminoctadine	6	Benomyl	5	Mancozeb
			17	Iminoctadine	17	Captan
Jul.	22	Mancozeb			27	Captan
	4	Benomyl	5	Iminoctadine	9	Folpet
	10	Mancozeb	16	Chlorothalonil	15	Benomyl
Aug.	20	Iminoctadine	26	Bitertanol	26	Iminoctadine
	1	Propineb	7	Benomyl	9	Captan
	14	Mancozeb	19	Benomyl	20	Propineb
	15	Benomyl				
Sep.	28	Iminoctadine				
	6	Clorothalonil	2	Thiophanate-M	2	Iminoctadine
	13	Thiophanate				
	27	Propineb			20	Thiophanate-M

이들 9개 과수원의 1997도 살균제 살포력을 검토했는데, 각 지역당 한 농가의 살포력을 Table 6에 나타내었다. 살균제 살포회수는 평균 13.7회로 경북지방의 평균 살포회수 13.6회와 거의 차이가 없었고, 9개 농가 중 6개 농가에서 1회 이상 2종의 살균제를 혼합 살포한 것으로 나타났다. 이들 농가의 살포력에는 공통성이 전혀 없었고 병의 발생생태와 약제의 방제효과 및 작용상의 특성이 거의 고려되지 않았던 것으로 볼 수 있었다. 특히 EU-3에서는 개화전에 이미 4회나 살균제를 살포했었고 연간 benomyl과 thiophanate-methyl을 각각 3회씩이나 살포했는데 이와 같은 경우는 약제의 선정이 극단적으로 잘못된 것으로 볼 수 있었다. 이들 9개 농가가 경북지방의 사과원을 대표하는 것으로 볼 수는 없지만 살균제의 살포회수가 결코 적지 않았음에도 불구하고 병 방제효율은 매우 낮은 것으로 나타났다.

## 2. 사과 병해에 대한 화학적 방제의 개선

### 가. 약제방제의 기본전략

우리 나라의 사과원에 발생하는 병 중에 붉은별무늬병, 검은별무늬병, 겹무늬씩음병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 그을음병 및 그을음점무늬병의 5종 병해는 통상적으로 생육기간 중에 농약을 살포하여 방제한다.

붉은별무늬병은 낙화 직후의 한 시기에 한정적으로 발생하고 방제 효과가 높은 약제가 개발되어 있으므로 시기에 맞추어 적절히 약제를 살포하면 쉽게 방제될 수 있고, 검은별무늬병은 최근의 발생 동향으로 보아 우리 나라에서는 큰 문제가 없을 것으로 생각된다.

점무늬낙엽병은 우리 나라의 주 품종인 후지는 비교적 저항성이므로 이 병으로 인해 낙엽 되는 경우는 거의 없으나 과실에 발생하면 상품가치가 떨어지므로 방제를 소홀히 할 수는 없다. 이 병의 감염은 개화기부터 시작되나 (6, 17) 5월중순까지는 통상의 방제로도 충분하다.

갈색무늬병은 5월중순부터 6월 중순경까지 월동 전염원에 의한 제1차 감염이 이루어지며 그후부터 수확기까지 지속적으로 감염되나 (18) 8월 하순까지 발생이 없으면 그 이후에는 방제할 필요가 없다.

겹무늬씩음병은 5월 하순부터 8월 상순경까지 감염되며(4,5) 그 기간 중에 비만 오면 언제든지 대량 감염되므로(10) 단 한차례라도 약제의 선정이 부적절하면 큰 피해를 면할 수 없고(21) 발병은 8월중순부터 시작되어 수확기까지는 물론 수확 후 저장 유통기간에도 발생한다(3,7,11). 현재 많은 농가에서는 8월 하순 이후에도 이 병의 방제를 위해 약제 살포를 계속하는데 그 시기의 약제 살포는 병 방제에 거의 도움이 되지 않는다.





문제가 없으므로 이를 일단 제외해 두었고, 갈색무늬병은 전년도의 낙엽에서 월동하여 5월 하순경에 제1차전염이 시작되므로(6,18) 그 시기에 적절한 약제를 살포하면 이후의 방제에는 다소 여유를 가질 수 있으므로 이 병도 제외했다. 그런데 겹무늬씩음병은 전염원이 사과나무 가지에서 형성되고(5, 7, 10, 11, 16) 감염 가능기간 비만 오면 언제든지 대량 분산되므로(10,16,) 이 병을 주축으로 방제체제를 수립하는 것이 타당할 것으로 생각했다. 따라서 이들 3종의 병의 동시방제 약제의 선정은 우선 겹무늬씩음병의 방제에 우수한 약제를 선정하고 이들 약제의 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병 방제효과를 검토하는 순서로 결정해야 할 것으로 생각했다.

#### 나. 살균제의 살포회수를 줄이기 위한 실험

##### 1) 겹무늬씩음병 방제를 위한 시기별 최적 보호 살균제의 선정

약제의 살포회수를 줄이기 위해서는 살포 간격을 늘리고 최종 살포시기를 앞당겨야 하는데, 현재의 관행은 낙화 직후부터 10일 간격으로 9월 중·하순까지 살포하고 있다. 이 연구에서는 살포간격을 15일로 늘릴 경우 경제적으로 타당성이 있는 약제의 선정을 위한 실험을 수행했다.

현재 사용되고 있는 살균제 중에 겹무늬씩음병, 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병의 3종에 등록되어 있는 약제는 mancozeb, propineb, iminoctadine-triacetate의 3종이므로 이들을 검토대상 약제로 우선 선정하고 갈색무늬병과 점무늬낙엽병에는 등록되어 있지 않지만 겹무늬씩음병 방제효과가 높은 folpet을(1)선정했다. 또 최근에 개발된 strobilurin 제재로 적용범위가 넓은 것으로 알려진 azoxystrobin과 오랫동안 겹무늬씩음병 방제효과가 높은 것으로 알려졌던 benomyl도 시험대상 약제로 선정했다.

이들 선정된 6종의 약제를 6월 12일부터 약제당 10주의 나무에 15일 간격으로 4회 살포했는데, 약제 살포 직전까지의 감염을 즉 직전에 살포한 약제의 보호효과를 검정하기 위해 매회 약제 살포직전에 100개의 사과에 봉지를 씌웠다. 그리고 매회 살포된 약제에 의한 치료효과를 검정하기 위해 약제 살포 직후 약액이 건조한 다음 다시 100개씩의 과실에 봉지를 씌웠다. 이 실험에서 사용한 과실봉지는 2중봉지로 내지에는 파라핀이 처리되어 있으므로 일단 봉지를 씌운 과실에는 더 이상 약액이 닿지 않고 또 더 이상 감염도 없으므로 이 방법을 이용하면 약제의 방제효과를 한 시기에 한정하여 검정할 수 있게 된다.

이상과 같은 처리를 한 후 8월 중순경부터 매주 1회씩 발병과를 조사했는데, 봉지체로 땅에 떨어진 사과가 겹무늬씩음병에 의한 낙과인지의 여부를 조사했다. 10월 상순에는 상법에 따라 2단계로 봉지를 제거했는데 이때에는 봉지를 씌운 사과 전부에 약제살포일자, 약제살포 전 및 후를 표시한 라벨을 달았다. 봉지를 제거한 후에도 수확 시까지 주 1회 발병과의 수를 조사했고 수확후에는 잠복감염율을 조사하기 위해 외견상 건전한 사과는 전부 난자박스에 포장하여 25C정온실에 4주간 보존하면

서 주 1회 겹무늬썩음병의 발병과를 조사했다. 이처럼 수확후 4주간 가온하면 겹무늬썩음병균이 감염된 사과는 거의 모두 발병하게 되므로(3) 그 발병율에 수확전 발병율을 더하면 감염율을 구할 수 있었다.

Table 7. Rainy days and precipitation during the experimental period for assessing the efficacy of protective fungicides against apple white rot, Alternaria blotch and Marssonina blotch (Youngcheon, Kyungpook, 1997)

Periods	No. of rainy days	Precipitation (mm)
12, Jun - 28, Jun	4	140.0
28, Jun - 14, Jul	7	247.0
14, Jul - 29, Jul	4	138.0
29, Jul - 13, Aug	7	220.5

겹무늬썩음병에 있어서 병포자의 분산 및 감염을 위해서는 강우가 필수조건인데 (7,11,13), 이 실험을 수행한 6월 12일부터 8월 13일간의 단위 기간별 강수일수 및 강수량을 Table 7에 나타내었고, 그 기간 중 살균제 무처리 과실에서의 시기별 감염

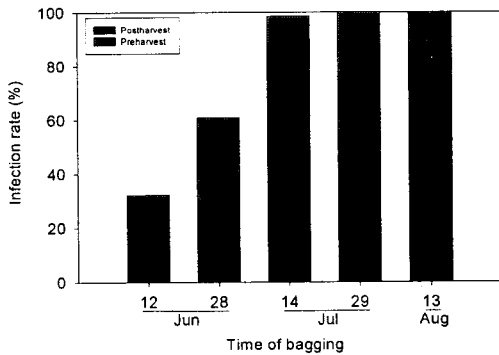


Fig. 5. Accumulative infection rate of apple white rot determined by bagging of the fruits periodically in 1997

을 Fig. 5에 나타내었다. 6월 12일에서 28일 그리고 6월 28일에서 7월 14일의 두 단위기간의 강수일수 및 강수량을 비교해 보면 후자의 기간에서 강수일수도 3일 더 많고 강수량도 107mm나 더 많았으나(Table 7) 감염 증가율은 거의 비슷했는데(Fig. 5), 이는 그 시기까지 이미 모든 과실이 감염되었기 때문인 것으로 생각되었다. 무처리 과실에서는 6월 12일까지 이미 32.1%가 감염되어 있었고,

6월 28일까지 60.8%, 7월 14일에는 98.4%로 거의 모든 사과가 감염되었으므로 (Fig. 5) 그 이후의 감염 증가 양상은 알 수 없었다. 그런데 약제 살포구에서의 감염율도 무처리에 비해서 다소 낮기는 하지만 증가 양상은 거의 비슷하므로 약제 살포구에서의 감염율 증가 양상으로 7월 14일 이후의 감염 소장양상을 추정 할 수 있었다. 약제 살포구에서의 단위기간내의 감염율의 증가는 매 시기 약제살포 직후에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율과 15일 후의 살포 직전에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율의 차이로 표현되는데, 이는 각 약제의 단위 기간 중의 보호효과를 나타내기도 한다. 약제 살포구에서도 6월 12일에서 7월 14일 사이에는 감염율이 대체로 급격히

증가했고 7월 14일에서 7월 29일 사이에는 감염을 유도하기에 충분한 강우가 있었으나 감염율이 대체로 줄어지는 경향을 보였다. 또 7월 29일과 8월 13일 사이에서

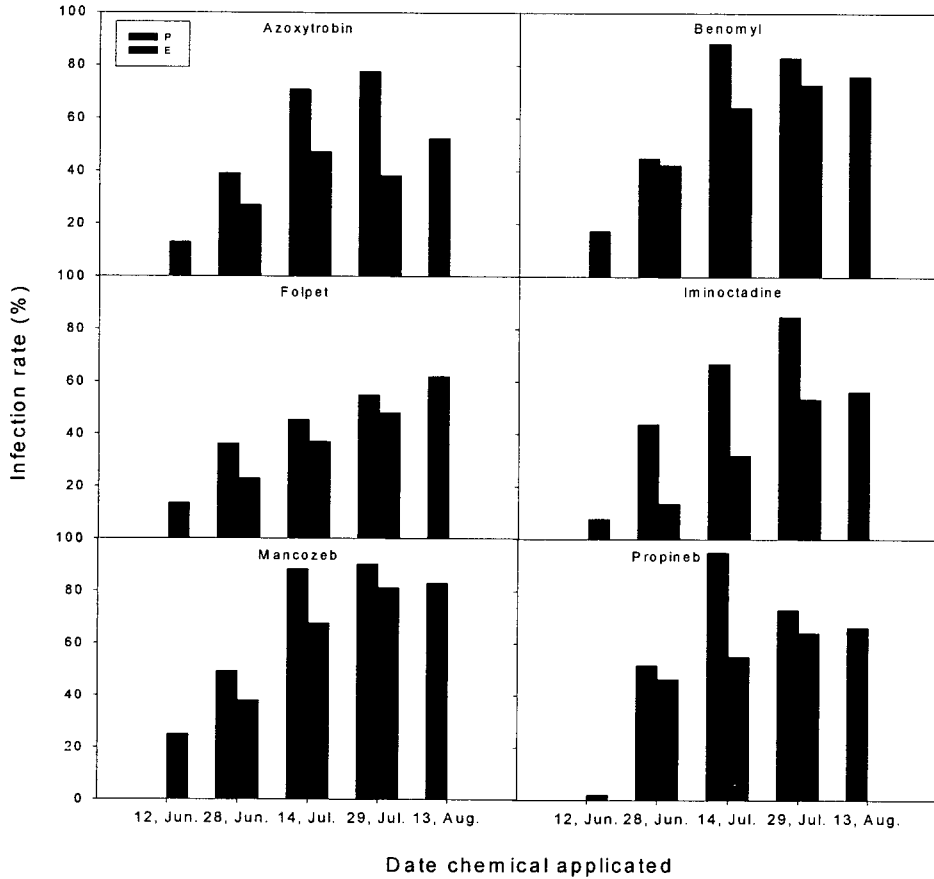


Fig. 6. Protective and eradicated efficacy of selected fungicides applied with 15-day intervals against apple white rot determined by bagging of the fruits just prior to or after chemical application.

는 7월에 걸쳐 220.5mm의 강우가 있었음에도 (Table 7) 불구하고 azoxystrobin 과 folpet에서 약간의 증가를 보인 것 이외에 타 약제에서는 거의 변화가 없었으므로 이 시기에 즈음하여 껍무늬썩음병의 감염이 거의 종료되는 것으로 판단되었다.

약제 살포 직전 및 직후에 봉지를 씌운 과실에서의 감염율을 Fig. 6에 나타내었고 Fig. 7에는 이들 감염과실 중 수확전에 발병한 발병율을 나타내었는데, 껍무늬썩음병에 있어서 수확전에 발병하는 과실은 전체 감염 과실의 일부분에 지나지 않았고 그 비율은 약제간에 상당한 차이가 있었다.

또 약제 살포 직후에 봉지를 씌운 과실에서의 감염율이 살포직전에 봉지를 씌운 과실에서의 감염율보다 크게 낮았는데, 이는 침투성이 없는 iminocadine, mancozeb,

folpet, propineb 및 azoxystrobin까지도 겹무늬썩음병에 대해 치료효과를 나타내었기 때문인 것으로 판단되었고, 그 효과가 가장 두드러진 약제는 azoxystrobin과 iminoctadine의 두 약제였으며, mancozeb, benomyl 및 propineb에서는 치료효과가 대체로 낮은 것으로 나타났다(Fig. 6).

각 약제의 단위 기간별 보호효과는 약제에 따라 그리고 살포시기에 따라 매우 다양하게 나타났으나 집중 감염기인 6월 12일부터 7월 14일 사이에 보호효과가 가장 높은 약제는 folpet이었고, 보호효과가 가장 낮은 약제는 propineb이었다(Fig. 6). 그 외의 약제의 보호효과는 거의 비슷하였으며, 이 병에 대해 매우 높은 방제효과를 나타내는 것으로 알려져 있는 iminoctadine의 보호효과는 이외로 낮았으므로 이 약제의

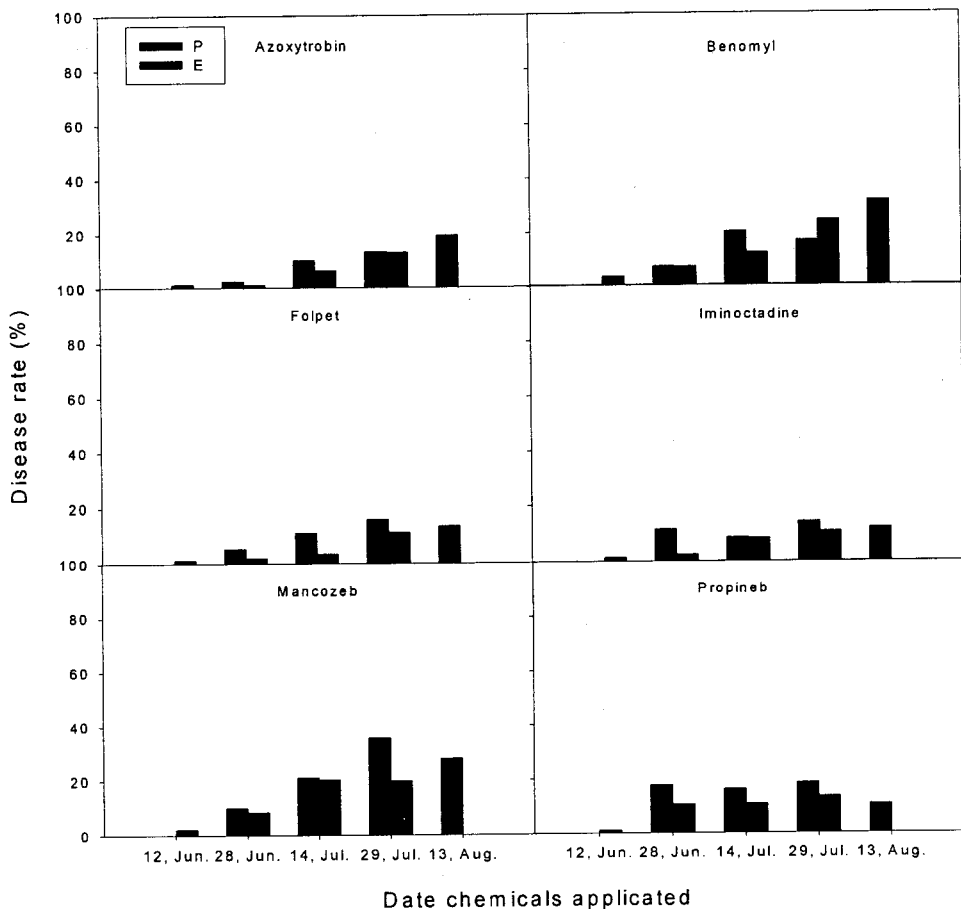


Fig. 7. Effect of selected fungicides applied with 15-day intervals on the preharvest symptom development in apple white rot determined by bagging of the fruits just prior to or after chemical application.

겉무늬썩음병 방제효과의 주체는 치료효과인 것으로 생각되었다.

이상의 결과에 의하면 이 실험에서 사용한 6약제 중 겉무늬썩음병 접종 감염기인 6월중순에서 7월 하순까지 15일 간격으로 살포하는 방제력에 사용할 수 있는 약제는 azoxystrobin, iminoctadine 및 folpet의 3종뿐이며, propineb은 6월 12일의 살포에서 높은 치료효과를 나타내었으므로 겉무늬썩음병의 감염이 본격화하기 이전에 제한적으로 사용할 수 있을 것으로 생각되었다. Iminoctadine은 보호효과는 높지 않았으나 전 기간 동안 높은 치료효과를 나타내었고 folpet은 치료효과는 낮았으나 높은 보호효과로 인해 전 기간 동안 비교적 낮은 수준의 감염율이 유지되었다. 그리고 azoxystrobin은 치료효과가 대체로 높았고 특히 7월 하순에는 타 약제 보다 훨씬 높은 치료효과를 나타내었다.

이처럼 각 약제의 치료효과 및 보호효과가 시기별로 달리 나타났으므로 이를 이용하여 약제를 합리적으로 배열한다면 동일한 약제를 연속배열 하는 것보다 높은 방제효과를 얻을 수 있을 것으로 생각되었는데, 각 시기별로 약제를 달리 배열할 경우, 겉무늬썩음병의 추정 감염율을 매 시기별 각 약제의 치료효과와 보호효과로 계산할 수 있었다. 이들 3종의 살균제 중에 iminoctadine은 6월 하순 이전에 살포하면 약해의 우려가 있으므로 6월중순에 살포할 수 있는 약제는 azoxystrobin 과 folpet 뿐이다. 이들 약제를 6월 12일에 배치하고 매 시기별로 약제의 배열을 변경할 경우

Table. 8. Variation of estimated infection rate of apple white rot by the difference of the sequence of chemicals calculated by the protective and eradivative efficacy of each chemicals

Azoxystrobin 13.1	→	Iminoctadine 39.2    12.1	→	Folpet 60.1    49.1	→	Azoxystrobin 72.6    35.8	→	49.0
Azoxystrobin 13.1	→	folpet 39.2    24.8	→	Iminoctadine 49.2    23.5	→	folpet 62.2    54.5	→	70.1
Azoxystrobin 13.1	→	folpet 39.2    24.8	→	Iminoctadine 49.2    23.5	→	Iminoctadine 62.2    39.2	→	41.1
Folpet 13.6	→	Iminoctadine 36.2    11.2	→	Folpet 55.6    45.4	→	Azoxystrobin 67.2    33.1	→	45.3
Folpet 13.6	→	Azoxystrobin 36.2    25.0	→	Iminoctadine 65.4    31.2	→	folpet 82.8    75.2	→	93.3
Folpet 13.6	→	Iminoctadine 36.2    11.2	→	Folpet 55.3    45.2	→	Iminoctadine 66.9    42.1	→	44.5
12, Jun	→	28, Jun	→	14, Jul	→	29, Jul	→	13, Aug

의 추정 감염율을 Table. 8에 나타내었는데, 같은 약제를 사용하더라도 살포 시기 및 전후의 약제에 따라 추정감염율은 크게 달라 질 수 있는 것으로 계산되었다(Table. 8). 이와 같은 추정 감염율의 계산 결과가 실제 포장에서 적용될 수 있는지에 대해서 아직 증명된 바는 없지만 1997년도 농가실증시험에서 folpet-iminoctadine-folpet-iminoctadine 순으로 약제를 살포했는데, 매회 약제 살포직전에 일정수의 과실에 봉지를 씌우고 이들 과실에서의 감염율을 조사한 바 있다.

Table. 9. Comparison of estimated infection rate and actual infection rate of apple white rot when folpet-iminoctadine-folpet-iminoctadine spray sequence was adopted.

Sequence Date	Folpet 11, Jun-19, Jun	→	Iminoctadine 29, Jun	→	Folpet 8, Jul-15, Jul	→	Iminoctadine 28, Jul
Estimate	36.2	→	55.3	→	66.9	→	44.5
K-1	40.3	→	19.2	→	46.1	→	51.8
A-1	37.8	→	76.3	→	73.6	→	73.6
Y-1	25.9	→	36.2	→	50.1	→	50.2

당시 4개소의 과수원에서 실험했으나 약제 살포 시기가 이 실험과 비슷한 3개소에서의 시기별 감염율과 계산상으로 얻어진 추정 감염율을 Table 9에 나타내었는데, 포장에 따라 수치가 일치하지는 않았으나 감염율이 증가하는 양상은 거의 비슷했다. 다만 최종 살포 후의 감염율에 있어서 추정치에서는 비교적 큰 폭으로 감소할 것으로 계산되었으나 3개 포장에서 모두 거의 변화가 없거나 약간 증가했다(Table 9). 이 실험에서는 folpet-iminoctadine-folpet-iminoctadine으로 된 한 개의 살포순서만 검토했으므로 현재로서 그 적절성을 논의 할 수 없으나 시기별 보호효과와 치료효과를 알고 있는 살균제의 살포시기를 결정하는 데에 이 방법이 매우 유용할 것으로 생각되며 이에 관한 실험이 현재 진행 중에 있다.

2) 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 동시 방제 약제의 선정 및 살포시기의 결정.

보호살균제의 살포시기를 결정하는 데에는 겹무늬썩음병 이외에 갈색무늬병 및 점무늬낙엽병의 방제도 동시에 고려해야하므로 겹무늬썩음병에 대해 실험한 6종 살균제의 이들 두 가지병에 대한 시기별 방제효과를 조사했다. 각 약제를 살포한 나무에서 조사대상 나무를 3주씩 선정하고 7월중순 이들 나무에서 각각 10개씩의 작은 가지를 선정, 기부에 붉은색 리본을 매어 두고, 그로부터 상위엽에서의 병반을 조사했다. 매회 조사시에 발견된 병반은 유성 펜으로 표시해 두고 다음 조사에서 같은 병반이 2중으로 계산되지 않도록 했다. 발병율은 3회차 살포 후 15일이 지난 7월 29일과 4회차 살포 후 역시 15일이 지난 8월 13일에 조사했는데, 그 이전에는 이들

두 가지 병의 발생이 거의 없었으므로 7월 14일 이전의 살포에 의한 방제효과는 검정할 수 없었다.

제1차 조사에서 점무늬낙엽병은 발병율이 매우 낮았으며 무처리에서조차 0.8%로 약효를 검정할 수 없었다. 그런데 갈색무늬병은 무처리에서의 이병엽율이 13.8%였으나 그 시기까지 낙엽은 없었다. 그리고 약제간에도 방제효과의 차이가 검출되었는데, iminoctadine에서 0.7%로 발병율이 가장 낮았고 다음으로 azoxystrobin 과 propineb에서 각각 2.4%와 2.6%로 비교적 낮았다.

Table 10. Control of Alternaria blotch and Marssonina blotch by 3 and 4 successive spray of selected fungicides for control of white rot.

Chemicals	Increase of diseased leaf rate (%) during ;				
	~ 27, Jul <sup>a)</sup>		27, Jul ~ 13, Aug <sup>b)</sup>		
	Alternaria blotch	Marssonina blotch	Alternaria blotch	Marssonina blotch lesion      defoliation	
Azoxystrobin	0.0	2.4	0.7	6.0	1.9
Benomyl	1.1	4.6	4.6	19.0	1.5
Folpet	0.9	3.9	2.0	39.9	1.8
Iminoctadine	0.2	0.7	0.0	1.1	0.2
Mancozeb	0.7	7.4	0.0	15.5	1.5
Propineb	0.0	2.6	1.5	20.4	1.1
Untreated	0.8	13.8	5.9	64.7	12.5

a) 3 successive spray

b) 4 successive spray

제2차 조사에서는 제1차 조사에서 이미 계수된 병엽은 제외하고 7월 27일에서 8월 13일 사이의 기간 중에 증가한 병엽만 조사했다. 점무늬낙엽병의 발병율은 2차 조사에서도 여전히 낮아 무처리에서의 이병엽율의 증가는 5.9%에 불과했다. 무처리에서의 발병 증가율이 이처럼 낮았음에도 불구하고 benomyl에서는 그 기간 중에 4.6%나 증가되어 이 약제는 점무늬낙엽병에 대한 방제효과가 매우 낮은 것이 확인되었다. 한편 iminoctadine 과 mancozeb 에서는 병엽이 전혀 증가하지 않았으며 azoxystrobin에서도 0.7%의 증가에 그쳤으므로 비교적 방제효과가 높은 것으로 판단되었다.

갈색무늬병은 그 기간 중에 급격히 증가했으며, 무처리에서의 이병엽율이 불과 15일 사이에 64.7%나 증가했고 그 중 12.5%는 낙엽 되었다. 약제간 방제효과의 차이도 분명히 드러났는데, iminoctadine에서는 1.1%, azoxystrobin에서는 6.0%가 증가하여 매우 우수한 방제효과가 확인되었다. 그런데 점무늬썩음병 방제효과가 우수한 folpet에



서는 39.9%가 증가하여 이 시기에는 사용을 피하는 것이 좋을 것으로 생각되었다. 그 외의 약제는 거의 우열의 차이가 없었다. 그런데 낙엽울에 있어서는 iminoctadine 을 제외하고 약제간에 거의 차이가 없었는데, 이는 낙엽이 시작된 직후이기 때문인 것으로 생각되었으며, 조사 당일 tebuconazole을 전면 살포했으므로 더 이상 조사 하지 않았다.

이상의 결과에 의하여 점무늬낙엽병과 갈색무늬병의 방제에 대해 몇 가지 점이 분명해졌다. 우선 후지품종에 있어서 잎에 발생하는 점무늬낙엽병의 방제에 대한 종래의 관행은 재고 되어야 할 것으로 생각되었다. 후지품종은 일반적으로 점무늬낙엽병에 대해 저항성인 것으로 알려져 있으며 실제로 무처리에서 조차 발병율이 매우 낮았으므로 후지품종에서는 잎에서의 발병을 막기 위해 특별히 전문 약제를 살포할 필요가 없고 겹무늬썩음병의 방제를 위한 통상의 약제로도 충분할 것으로 생각되었다. 그러나 후지품종의 과실은 이 병에 대해 감수성이 매우 높아 5월 하순이나 6월 상순경에 80% 이상이 감염되는 경우도 있으므로 (후술) 과실 발병에 대한 방제에 역점을 두어야 할 것으로 생각된다.

갈색무늬병은 일반적으로 유기합성 살균제에 대한 감수성이 매우 높은 것으로 알려져 있으나(17) 이 실험의 결과에 의하면 약제간에는 물론 살포시기에 따라서도 방제효과에 차이가 있는 것으로 나타났으므로 약제의 선정에는 각 약제의 시기별 방제효과가 고려되어야 할 것으로 생각된다.

경북지방에서 갈색무늬병의 포자 분산 양상을 조사한 결과, 5월 하순에서 6월중순까지 매우 적은 수의 포자가 증감 없이 포착되었고 6월 하순부터 포자의 분산량이 완만하게 증가하다가 7월 중순경부터 직선적으로 증가했다(25). 또 이 병의 초발병이 6월 상.중순경이 되므로(18, 25) 제1차전염원에 의한 감염기간은 5월 하순에서 6월중순 사이인 것으로 판단되었다. 따라서 이 시기의 방제가 가장 효과적일 수 있을 것으로 생각되었다.

그런데 이 연구에서는 갈색무늬병은 기본적으로 겹무늬썩음병과 동시에 방제되도록 하고 있으므로 사용 약제는 우선 겹무늬썩음병에 대한 방제효과가 높아야 하는데, 이 기준에 적합한 약제는 iminoctadine, azoxystrobin의 2종이고, 6월중순 이전에는 propineb도 한정적으로 사용할 수 있을 것으로 생각되었다. 그러나 iminoctadine은 6월중순 이전에 사용하면 약해의 우려가 있으므로 결국 이 병의 제1차 감염을 저지하는데 사용할 수 있는 약제는 azoxystrobin과 propineb의 2종에 불과하다. 또 folpet은 갈색무늬병에 대한 방제효과는 매우 낮으나 겹무늬썩음병 방제효과가 높으므로 적절한 사용 방법이 모색되어야 할 것으로 생각되었다.

### 3) EBI제의 최적 살포시기의 결정

사과 생육 시기별 최적 보호살균제의 선정을 위한 실험결과를 보면 benomyl을 제외한 전 약제가 기본적으로 보호살균제 이면서 이들 약제를 15일 간격으로 살포할 경우, 병원균의 감염 저지보다는 수확전 발병을 억제하는 것으로 나타났다. 그리고 각 시기별로 약제를 합리적으로 배열한다면 상당한 정도의 방제효과를 얻을 수 있을 것으로 생각되었으나 보호살균제 만으로는 만족스런 수준이 되기 어려울 것으로 판단되어 침투성 살균제인 EBI제를 최적 살포시기를 결정하기 위한 일련의 실험을 수행했다.

겉무늬썩음병은 5월하순경부터 8월 상순경까지 비만 오면 언제든지 감염 가능하므로 감염시기에 따라 약제에 대한 반응이 달라 질 수 있을 것으로 생각되어 겉무늬썩음병의 감염 가능기간을 3부분으로 나누어 실험했으며 사용 약제는 겉무늬썩음병의 방제에 널리 쓰이고 있는 bitertanol과 difenoconazole을 각각의 추천 사용 농도, 즉 1,000배와 2,000배로 각각 희석하여 사용했다.

Table 11. Eradication efficacy of EBIs against apple white rot determined by artificial inoculation to the undetached fruits at different time (1995, Taegu)

Chemicals	Date chemicals treated	Symptom development (%)					
		Preharvest			Postharvest <sup>b)</sup>		
		28, Jun <sup>a)</sup>	10, Jul	11, Aug	28, Jun	10, Jul	11, Aug
Bitertanol	7. 4	26.3			53.8		
	7. 10	24.1			60.0		
	7. 16	21.8	20.4		61.5	81.3	
	7. 22	25.0	12.1		44.7	64.8	
	7. 28		6.8			86.3	
	8. 3		0.0			29.6	
	8. 14			3.6			21.7
	8. 17			0.0			16.0
	8. 20			0.0			14.8
	Difenoconazole	7. 4	28.6			51.7	
7. 10		32.2			50.0		
7. 16		24.5	26.5		52.8	80.4	
7. 22		21.4	21.1		57.1	63.2	
7. 28			2.9			55.0	
8. 3			1.7			70.6	
8. 14				0.0			52.9
8. 17				0.0			52.2
8. 20			0.0			52.4	
Untreated		36.8	26.2	26.9	55.9	95.6	63.6

a) Date of artificial inoculation

b) Determined by incubating the apples under 25C for 4weeks

제1차 실험은 6월 28일, 2차 실험은 7월 10일 그리고 3차실험을 위한 인공접종은 8월 11일에 각각 수행했는데, 1, 2차 실험에서는 매회 9주, 3차 실험에서는 7주의 나무에서 주당 60개의 사과에 병원균을 인공접종, 접종 3일 후에 접종부위를 oil pen으로 making한 후 접종원을 제거하고 과실에 봉지를 씌워 자연 감염을 막았다. 1, 2차 실험에서는 접종으로부터 6, 12, 18, 24일에 3차실험에서는 3, 6, 9일에 매회 2주의 나무에서 봉지를 벗기고 약제를 살포, 약액이 건조한 후 다시 봉지를 씌워 자연 감염을 막았다. 무처리는 별도의 나무로 접종 3일 후 접종원만 제거하고 봉지를 씌워 두었다. 이와 같이 처리한 사과는 9월 하순에서 10월 상순에 걸쳐 봉지를 벗기고 11월 상순 수확 시까지 수시로 발병을 조사했다. 또 수확 당시 미발병 사과는 28C의 정온실에 4주간 보존하면서 매주 1회씩 발병과를 조사했다.

6월 28일에 병원균을 접종한 결과, 무처리에서의 수확전 발병율이 36.8%였고 수확후 발병율이 55.9%였다 (Table 11). 이러한 상황에서 접종 6일 후부터 24일까지 6일 간격으로 bitertanol과 difenoconazole을 살포한 결과, 수확전 발병에 대한 방제효과가 매우 낮았고 살포 시기간에 있어서도 거의 차이가 없었다 (Table 11). 그리고 수확 후 발병율에 있어서는 약제처리 시기에 따른 발병율의 차이는 물론 무처리와도 거의 차이가 없었다.

제1차 실험을 시작한 후 12일째 되는 날에 제2차실험을 시작했는데, 이때 무처리 사과에서의 수확전 발병율은 26.2%였고 수확후 발병율은 95.6%로 접종한 거의 모든 사과가 감염된 것으로 판단되었다(Table 11). 그런데 2차 실험에서는 약제의 처리효과가 나타났는데, bitertanol의 경우, 접종 12일 후의 처리부터 수확전 발병율이 급격히 낮아지기 시작하여 접종 24일 후에 약제를 살포한 과실에서는 전혀 발병이 없었다. 한편 difenoconazole에서는 접종 18일 살포부터 급격히 낮아지기 시작하여 접종 24일 후의 살포에서는 1.7%로 나타났다(Table 11). 수확 후 발병에 있어서는 접종 24일 후에 bitertanol을 살포한 과실에서 29.4%로 크게 낮아진 것 이외에는 대체로 무처리와 큰 차이가 없었고 산발적으로 낮아진 경우가 있었다(Table 11).

제3차 실험은 8월 11일에 시작했는데 이 시기에는 사과가 이미 너무 비대해져 봉지를 씌우고 벗기기가 어려웠고, 또 발병 시기가 임박했으므로 3차 실험에서는 약제의 살포를 접종일로부터 3일 간격으로 3회만 수행했다. 이 시기의 무처리에서의 수확전 발병율은 26.9%로 2차 실험에서의 발병율과 거의 비슷했으나 수확후 발병율은 63.6%로(Table 11) 2차 실험때 보다 크게 낮았다. 3차 실험에서는 접종 3일 후에 bitertanol을 처리한 사과에서 3.6%가 발병한 것 이외에 수확전 발병은 전혀 없었다 (Table 11). 그리고 수확후 발병에 있어서도 bitertanol을 처리한 사과에서는 무처리에 비해 현저히 줄었으나 difenoconazole에 있어서는 크게 줄어지지 않았고 무처리와도 큰 차이가 없었다(Table 11).

이상과 같은 3차에 걸친 실험 결과를 묶어서 고찰한 결과, 일정한 경향이 있음을

볼 수 있었는데, 이들 두 가지 약제의 수확전 발병 억제효과는 약제간에 약간의 시간적 차이가 있긴 했지만 병원균의 접종시기와 관계없이 7월 하순경부터 급격히 높아지기 시작했으며 8월 상순경의 처리에서는 수확전 발병이 거의 완전히 억제되었다. 이와 같이 특정 생육단계에서부터 발병 억제효과를 나타낸다는 점으로 볼 때, 이들 두 약제의 겹무늬썩음병에 대한 방제효과는 약제의 병원균에 대한 살균작용보다는 약제가 기주의 저항기작을 증진시켜 나타난 결과로 추정될 수 있었다. 그리고 이와 같은 추정은 약제의 처리에 의해 수확전 발병율은 낮아져도 수확 후 발병율에는 변화가 없다는 사실로 뒷받침 될 수 있다. 특히 difenoconazole의 경우, 3차 실험에서는 수확전 발병은 전혀 없었으나 수확후 발병율은 무처리와 큰 차이가 없었으므로 이 약제는 병원균의 감염을 저지했다고 볼 수 없다. 이러한 사실은 그 후의 실험에서도 반복적으로 확인되었으므로 현재 그 기작을 구명하기 위한 연구가 진행 중에 있다.

이상의 실험으로 EBI의 사과 겹무늬썩음병 발병억제 효과는 7월 하순 이후부터 높아진다는 사실이 발견되었는데, 이를 재확인하고 적정 살포시기를 결정하기 위해 이듬해에 다시 실험했다. 2단계 실험에서는 7월 상순까지 자연 감염된 사과에 대해 실험했고 공시약제도 전년도에 사용한 bitertanol, difenoconazole 외에 tebuconazole을 추가했다.

수령 18년의 MM106대목 과수원에서 가급적 감염율을 높이기 위해 5월 10일 시스텐엠, 5월 25일 polyoxin, 6월 15일 captan을 살포했다. 포장 배치는 난괴법 3반복 구당 1주로 했는데, 7월 2일까지 감염된 과실을 대상으로 실험하기 위해 당일 실험대상 나무에 착과된 과실 전부에 봉지를 씌웠다. 7월 2일을 기점으로 8월 15일까지 15일 간격으로 매회 9주의 나무에서 봉지를 벗긴 후 3종의 약제를 각각 3주씩 살포하고 약액이 건조한 후 다시 봉지를 씌웠다. 무처리는 처음 봉지를 씌운 상태로 유지했다. 전술한 방법으로 수확 전 및 후의 발병율을 조사했는데, 수확후의 발병율의 조사는 한 나무당 50개씩의 사과만을 가온하여 조사했다.

실험결과는 전년도의 인공접종에서의 결과와 대체로 일치하여 8월 1일 처리까지는 약제의 처리

시기가 늦어질수록 수확전 발병율이 점차 낮아 졌고 tebuconazole 8월 1일 처리구에서는 수확전 발병이 완전히 억제되었다 (Fig. 8). 그런데 bitertanol과 tebuconazole에서는 8월 1일의 처리까지 수확전 발병율이 낮아지다가 8월 15일 처리에서는 다시 약간 높아졌는데(Fig. 8), 그 원인은 두 가지로 추정되었다. 첫째 8월 15일의 약제 처리시에 약제 살포 후 봉지를 씌우기 전에 약액이 흘러내리지 않을 정도의 가벼운 강우가 있었는데, 이의 영향을 생각할 수 있고, 두 번째로는 8월 15일은 이미 겹무늬썩음병의 발병시기에 지나치게 임박했기 때문일 수도 있을 것으로 생각되었다. 그러나 difenoconazole에서는 8월 15일의 처리에서도 수확전 발병율이 연속적으로 낮아졌

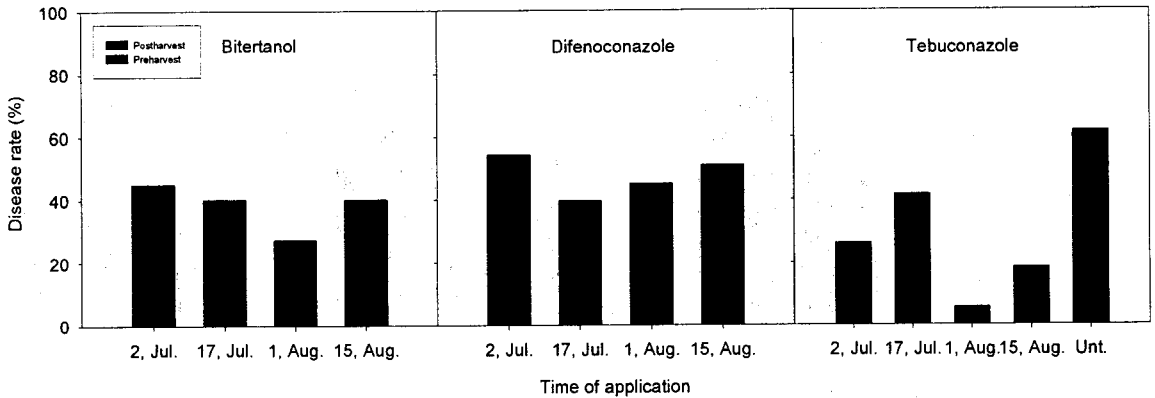


Fig. 8. Effect of application time of EBIs on the infection and preharvest symptom development of apple white rot.

다(Fig. 8). 또 수확 후 가온에 의한 발병율에 있어서도 bitertanol과 difenoconazole에서 있어서는 인공접종 실험에서와 거의 같은 경향을 나타내었는데, bitertanol에서는 무처리와 거의 차이가 없었고, difenoconazole에서는 무처리보다 오히려 더 높았지만 수확전 발병이 감소되었으므로 전체 감염율에 있어서는 무처리와 거의 차이가 없었다. 따라서 이들 두 약제의 겹무늬썩음병 방제효과는 과실에 침입한 병원균을 죽이는 것이 아니고 단지 수확전까지 발병을 억제하는 것이라는 사실이 다시 확인되었다. 그런데 tebuconazole의 경우는 앞의 두 약제와는 달리 수확후의 발병까지도 상당 정도 억제하는 것으로 나타났다 (Fig. 8).

이상의 실험 결과에 의하면 EBI의 적정 살포시기는 겹무늬썩음병의 병징이 나타나기 직전인 8월 상 중순경이며, 그 시기에 이들 약제를 살포하면 수확전 발병은 크게 줄일 수 있는 것으로 밝혀졌는데, 이러한 사실은 1996년부터 2년간에 걸친 농가 실증시험에서도 확인 된 바 있다.

#### 4) 살균제에 의한 겹무늬썩음병 방제 기작의 추정

보호살균제 선정을 위한 실험에서 각종 살균제의 겹무늬썩음병 방제효과는 감염의 저지보다는 수확전 발병의 억제에 의한 것이라는 결과가 얻어졌고, 또 침투성 살균제인 EBI에서도 tebuconazole에서 약간의 예외는 있었지만 대체로 같은 결과가 얻어졌다. 이러한 점으로 본다면 사과 겹무늬썩음병의 약제 방제는 수확전 발병의 억제에 지나지 않으며 이 연구에서 사용한 약제를 사용할 경우 겹무늬썩음병의 수확 후 발병은 불가피한 것으로 생각되었다.

수확 후 발병은 살균제를 전혀 살포하지 않았던 과실에서도 매우 높은 비율로 나

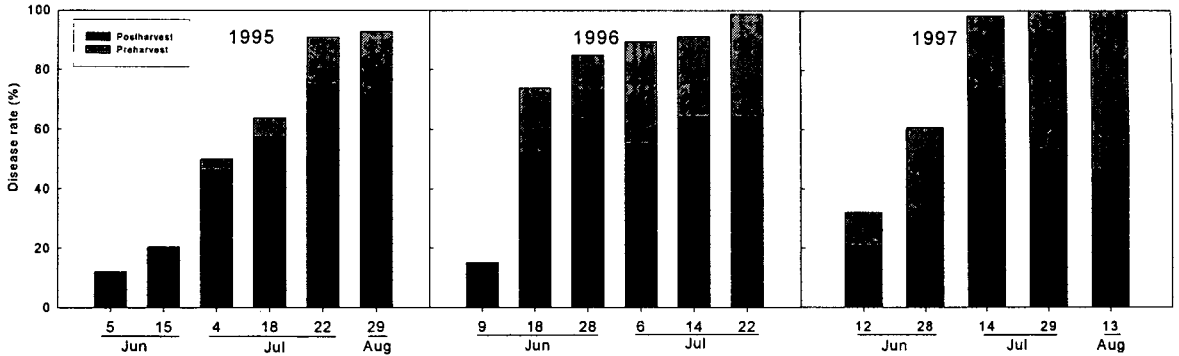


Fig. 9. Accumulative infection rate and that of preharvest symptom development of apple white rot determined by periodical bagging of the fruits (1995-1997)

타났는데, 1995년부터 1997년까지 3년간 농약 무처리 나무에서의 시기별 감염을 및 수확전 발병율을 조사한 결과, 1995년에는 6월 15일, 그리고 1996년에는 6월 9일 이전에 감염된 사과 수확 전에는 전혀 발병하지 않았고, 1997년에도 6월 12일 이전 감염과에서는 수확 후 발병이 훨씬 높았다(Fig. 9). 이러한 현상은 平良木 (3)에 의해서 보고된 바 있는데 그 기구에 대해 연구된 바는 없다. 단지 겹무늬썩음병의 발병에 당 및 pH의 영향에 관한 연구(9, 15)는 있으나 그것으로 수확 후 발병 현상을 설명하기 어려울 것으로 생각된다.

이 연구에서는 겹무늬썩음병의 수확 후 발병 실태를 조사하기 위해 1997년도에 병 발생을 조사한 3개 지역 9개 농가(Table 5)에서 생산된 사과를 입수하여 같은 방법으로 수확 후 발병율을 조사한 결과, 최저 44.4%에서 최고 96.1%까지 대단히 높은 수확 후 발병율이 나타났다(Table 12).

이 조사에서의 수확 후 발병율은 저장 중에 있는 사과를 입수하여 조사한 것이므로 이로써 전체 감염율을 구할 수는 없었으나 전술한 보호살균제 선정 및 EBI제 관련 실험 결과로 미루어 보면 수확 후 발병율이 80%를 넘는 과수원에서는 거의 100%의 사과가 감염된 것으로 추정된다. 그런데 이들 과수원에서는 12회 이상의 살균제를 살포했음에도 불구하고 이처럼 높은 수확 후 발병율을 나타내었으므로 약제에 의한 겹무늬썩음병의 방제는 많은 부분이 수확 전 발병의 억제에 의한 것으로 판단되었다.

Table 12. Preharvest and postharvest incidence of apple white rot at the fixed examination orchard in Kyungpook Province (1997)

Localities	Farm	No. of fungicidal spray	Symptom development (%)	
			Preharvest	Postharvest <sup>a)</sup>
Yongchon	YC-1	16	12.8	63.9
	YC-2	13(1)	7.5	83.2
	YC-3	14(1)	11.7	94.8
Uisong	U-1	14(1)	0.3	44.4
	U-2	14(2)	2.6	53.2
	U-3	14	11.6	96.1
Yongju	YJ-1	13	8.3	90.2
	YJ-2	12(1)	6.0	88.6
	YJ-3	14(4)	8.5	87.5

a) examined by incubating the fruits under 25C for 4 weeks

#### 다. 농가실증시험

##### 1) 포장의 선정

농가포장에서 살균제의 살포회수를 10회 또는 그 이하로 줄이기 위한 시험을 1996년부터 시작했는데, 1996년에는 3개 포장, 1997년에는 전년도와 3개 포장에 다시 하나를 더 추가했고, 1998년에는 전년도와 4개 포장 중 3개 포장을 포함하여 10개 포장으로 확대했다. 이 시험을 위해서 선정된 과수원의 일반 사항을 Table 13에 정리했는데, 1996년과 1997년의 시험에서는 시험 결과의 확대 적용시의 안전을 고려하여 가급적 조건이 나쁜 과수원을 선정했다.

Table 13. Descriptions of the orchards for the practice of reduced chemical spray program

Year	Localities	Designation	Rootstock	Age (year)	Size (ha)	Management
1996-1997	Kunwi	K-1	Conventional	42	1.0	cultivar renovation by top working
1996-1998	Andong	A-1	MM106	20	0.4	poor, high density
1996-1998	Sangju	S-1	Conventional	23	0.6	poor, high density
1997-1998	Yongju	Y-1	MM106	13	2.0	poor, high density
1998	Kunwi	K-2	M26	7	0.5	good
1998	Andong	A-2	MM106	19	2.7	moderate
1998	Andong	A-3	MM106	20	1.2	moderate
1998	Chilgok	C-1	M26	14	2.0	good
1998	Kunwi	K-3	MM106	19	1.5	poor, high density
1998	Yongchon	YC-1	M26	10	1.3	good
1998	Taegu	T-1	M26	11	0.7	good

2) 살포력의 작성 :

1996년부터 1998년까지의 기본 살포력을 Table 14에 나타내었는데, 이 시험을 처음 시작한 1996년에는 보호살균제의 선정에 관한 실험이 수행되지 않았으므로 약제의 선정 기준이 마련되어 있지 않았다. 그러나 8월 상. 중순경에 EBI를 살포하면 그 시기까지 감염된 과실에서 발병율을 크게 낮출 수 있다는 사실은 1995년의 실험에 의해 확인된 상태였다. 따라서 1996년에는 겹무늬썩음병의 집중 감염기인 6월 하순부터 7월 하순경까지 iminoctadine을 3회 연속 배치했다.

1997년의 살포력에는 iminoctadine 의 연용을 피하기 위해 folpet을 겹무늬썩음병의 집중 감염기에 iminoctadine과 교호 배치했는데 (Table 14), 이 약제를 선정한 근거는 1994년에 수행한 각종 살균제의 과실표면에서의 포자발아 억제효과의 시기별 변천에 관한 실험에서 folpet 의 겹무늬썩음병에 대한 방제효과의 우수성이 이미 확인된 바 있었고 (1), 1996년에 수행한 사과 생육 시기별 최적 보호살균제의 선정에 관한 예비 시험에서도 folpet의 방제효과가 확인되었기 때문이었다. 또 1997년에는 EBI도 1996년의 실험 결과에 의거하여 difenocoazole 대신 tebuconazole을 사용했다.

Table 14. Fungicidal spray calendar for reduction of spray frequency from 1996 to 1998

Ser. No.	Time of spray	1996	1997	1998		
				A	B	C
1	Mar. 25~30	Thiophanate	Thiophanate	Thiophanate	Thiophanate	Thiophanate
2	Apr. 15~20	Captan	Captan	Captan	Captan	Captan
3	May 10~15	Systhane M	Systhane M	Systhane M	Systhane M	Systhane M
4	25~30	Thiram	Propineb (Polyoxin)	Thiram	Thiram	Cabendazim
5	Jun. 10~15	Mancozeb (Thiram)	Folpet	Propineb	Propineb	Propineb
6	25~30	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine
7	Jul. 10~15	Iminoctadine	Folpet	Folpet	Azoxystrobin	Folpet
8	25~30	Iminoctadine	Iminoctadine	Azoxystrobin	Folpet	Azoxystrobin
9	Aug. 10~15	Difenocon.*	Tebuconazole	Tebuconazole	Tebuconazole	Tebuconazole
10	25~30	Thiram + Thiophanate**	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine	Iminoctadine

\* difenocoazole

\*\* combined formulation of thiram and thiophanate-methyl

1998년도 방제력의 작성에는 전년도의 보호살균제 선정에 관한 실험에 근거하여 3종의 살포력을 작성, A는 K-3을 제외한 전 농가에 적용했고, K-3에서는 포장을 3등분하여 세 가지 방제력을 적용했다. 또 C에서는 5월 하순에 cabendazim을 배치했는데, 이 약제가 사과나무 줄기에서 겹무늬썩음병균의 병포자 형성을 강하게 억제



한다는 별도의 연구 결과 (8)에 근거하여 포자형성 억제효과가 방제에 영향을 미칠 수 있는지를 검정했다.

이상과 같은 기본 살포력으로 살균제를 살포하면서 6월 상순경부터 매회 약제 살포 직전에 100개씩의 사과에 봉지를 씌우고 이들 봉지를 씌운 과실에서의 발병율로 매회 살포한 약제의 각종 병해 방제효과를 검정했다.

### 3) 결과

#### ① 1996년도

1996년은 전반적으로 사과의 병 발생이 매우 적었는데, 3개 포장에서의 수확당시 과실에 발생하는 각종 병해의 발생율은 Table 15에 나타내었고, S-1에서의 시기별 병 발생율을 Table 16에 나타내었다. 점무늬썩음병은 매우 적은 수의 발병과가 산발적으로 관찰되었으나 이 시험에서는 7월 하순경 점무늬썩음병이 발병하기 전에 10주의 나무에서 주당 10개씩 임의로 선정한 과실에 label을 달고 그들 과실에 대해서만 발병율을 조사했는데, 조사대상 과실에서의 발병은 3개 과수원 모두에서 전혀 없었다. 수확 후 가온처리에 의한 발병은 S-1에서 36.0%였고 나머지 2개의 포장에서는 매우 낮았다(Table 15). 점무늬낙엽병의 과실 감염율이 S-1에서 22.0%로 매우 높게 나타났으며, K-1에서도 6월 1일에 봉지를 씌운 과실에서 81.3%나 발병되었으나(데이터 미제시) 그 후의 약제 살포에 의해 차츰 줄어들어 최종적으로 10.0%였다. 따라서 K-1과 S-1에서는 점무늬낙엽병의 과실 감염을 막기 위한 대책이 필요할 것으로 판단했다.

Table 15. Incidence of fruit diseases at the orchard with reduced fungicidal spray in 1996

Orchard	Fruit disease rate (%)				
	White rot		Alternaria blotch	Sooty blotch	Flys pec
	Preharvest	Postharvest			
K-1	0.0	14.0	10.0	0.0	0.0
A-1	0.0	7.4	7.4	11.1	11.0
S-1	0.0	36.0	22.0	4.0	4.0

그리고 A-1과 S-1에서는 수확당시까지 그을음병과 그을음점무늬병이 발견되었는데, S-1에서는 8월 14일 difenocoazole 살포 직전까지 각각 31.3%와 35.4%가 감염되어 있었으므로(Table 16) iminoctadine의 이들 병에 대한 방제효과는 매우 낮은 것으로 판단되었다. 그러나 수확 당시 이들 병의 발병율이 각각 4.0%였으므로 difenoconazole 및 9월 3일 살포된 thiram + thiophanate-methyl (호마이)에 의해 감소된 것으로 추정되었다.

Table 16. Transition of disease incidence in S-1 orchard determined by bagging of the apples just prior to each chemical spray in 1996

Date sprayed	Fungicides	Fruit disease rate (%)				
		White rot		Alternaria blotch	Sooty blotch	Flyspec
		preharvest	postharvest			
2, Jun	Thiram	0.0	12.0	56.5	67.3	52.2
14, Jun	Mancozeb	0.0	10.2	6.1	38.8	20.4
26, Jun	Iminoctadine	0.0	32.6	8.7	47.9	30.4
11, Jul	Iminoctadine	0.0	59.1	11.4	29.6	29.6
31, Jul	Iminoctadine	0.0	66.7	14.6	31.3	35.4
14, Aug	Defonocoazole					
3, Sep	Thiram + Thio	0.0	36.0	22.0	4.0	4.0

② 1997년도

1996년도 전반적인 사과 병 발생 개황을 보면 대체로 병의 발생이 많은 해였으며 정상적으로 관리하고 있는 과수원에서조차 겹무늬썩음병이 10%이상 발생한 농가도 있었고 특히 갈색무늬병의 발생이 많아 9월 이전에 대부분의 잎이 낙엽된 과수원도 적지 않았다 (Table 5).

Table 17. Fruit and folial disease incidence at the orchards with reduced fungicidal spray in 1997

Orchard	Fruit disease rate (%)					Folial disease (%)	
	White rot		Alternaria blotch	Sooty blotch	Flyspec	Alternaria blotch	Marssonina blotch
	Preharvest	Postharvest					
K-1	1.1	55.1	6.8	0.0	0.0	1.1	7.5
A-1	1.1	68.6	33.9	0.0	0.0	3.2	15.5
S-1	1.0	50.0	12.5	0.0	0.0	1.3	18.3
Y-1	0.0	71.2	14.6	0.0	0.0	6.0	18.4

이와 같은 1997년도의 병 발생상황하에서도 연간 10회의 살균제 살포로 만족할 만한 방제 성과가 얻어졌는데 (Table 17), 이는 앞에서 제시한 3개 지역 9개 정점조사원에서의 병 발생 상황 (Table 5)과 좋은 대비가 된다. 이들 과수원에서의 겹무늬썩음병의 수확전 발병은 1% 내외로 거의 무시해도 좋을 정도였으나 수확 후 가온처리에 의한 발병은 최저 50.0%에서 최고 71.2%로 매우 높았다 (Table 17). 그런데 1997년도에 병 발생을 조사한 3개 지역 9개 농가에서 생산된 사과에서의 수확 후 발병율이 최저 44.4%에서 최고 96.1%나 되었으며, 9개 농가 중 6개 농가에서 80% 이상이었으므로 (Table 12) 10회 살포한 과수원에서의 발병율이 살포회수가 13회 이상인 정점조사원에서 보다 낮은 것으로 나타났다.

점무늬낙엽병의 과실 발병율은 과수원에 따라 큰 차이가 있었는데 (Table 17), A-1에서는 33.9%나 되었다. 그런데 A-1에서는 전술한 바와 같이 1996년도 시험에서 6월 1일에 봉지를 씌운 과실에서 81.3%나 감염되었으므로 이를 줄이기 위해 5월 하순에 polyoxin을 살포했는데에도 여전히 높은 감염율을 나타내었으므로 약제저항성 문제를 검토할 필요가 있을 것으로 생각되었다. 한편 S-1에서도 1996년 6월 2일 thiram 살포 후 6월 14일에 봉지를 씌운 과실에서의 발병율이 56.5%나 되었으므로 (Table 16) 1997년도의 시험에서는 5월 하순에 역시 polyoxin을 살포했는데, 이 과수원에서 초기 감염율은 매우 낮았으나 7월 상순 folpet 살포 후 크게 증가했다 (Table 18). 그러나 그 후에 살포된 tebuconazole 및 iminoctadine 에 의해 점차 낮아져 최종적으로는 12.5%가 발병되었는데, 이 병에 걸린 사과가 부패하는 경우는 없으므로 12.5% 정도의 발병율이라면 큰 문제는 없을 것으로 판단되었다.

Table 18. Transition of disease incidence in S-1 orchard determined by bagging of the apples just prior to each chemical spray in 1997

Date	Effective fungicide	Disease rate (%)				
		White rot		Alternaria blotch	Sooty blotch	Flyspec
		Preharvest	Postharvest			
23, May	Polyoxin	5.2	46.0	2.2	68.0	14.0
7, Jun	Folpet	1.7	5.9	0.0	27.5	5.9
22, Jun	Iminoctadine	3.7	38.0	9.1	12.0	6.0
8, Jul	Folpet	6.2	44.0	10.4	4.0	4.0
28, Jul	Iminoctadine	16.4	72.0	41.5	0.0	0.0
16, Aug	Tebuconazole	1.4	64.0	25.0	0.0	0.0
2, Sep	Iminoctadine	1.0	50.0	12.5	0.0	0.0

1997년도 그을음병과 그을음점무늬병은 전년도와는 달리 수확기까지 남아있지 않았고 S-1에서는 7월 8일 folpet 살포 이후 완전히 소멸되었다. 그런데 S-1에서 5월 23일 polyoxin 살포 후 6월 7일에 봉지를 씌운 과실에서 그을음병과 그을음점무늬병이 각각 69.0%와 14.0%였고 (Table 18), 같은 시기에 polyoxin을 살포한 A-1에서는 각각 100%와 69.9%가 감염되었다(데이터 미제시). 따라서 polyoxin은 이들 두 가지 병에 대한 방제효과가 거의 없으므로 유대재배에서는 봉지씌우기 전에 이 약제를 살포는 피해야 할 것으로 판단되었다.

앞에 발생하는 점무늬낙엽병과 갈색무늬병의 방제는 매우 잘 되었는데, 특히 정점조사원에서의 이들 병의 발생상황 (Table 5)과 비교해 보면 이 실험에서의 방제는 매우 잘 된 것으로 평가될 수 있었다. 점무늬낙엽병의 이병엽율은 K-1에서 1.1%로 가장 낮았고 Y-1에서 6.0%로 가장 높았으나 (Table 17) 이 병으로 인한 낙엽은 없었

다. 갈색무늬병의 이병엽율은 K-1에서 7.5%, Y-1에서 18.4% (Table 17) 였는데, 역시 낙엽은 거의 없이 수확기까지 잎이 온전하게 보전되었다.

### ③ 1998년도

1998년도에는 지난 2년간의 시험에서 비교적 좋은 결과가 확인되었으므로 전년도까지 시험한 4농가 중 3농가 (K-1은 '98년 봄 폐원)를 포함하여 10개의 과수원에서 시험하고 있다. 그런데 1998년은 장마가 2개월 이상 계속되었으므로 병 발생이 대단히 많아 경북지역에서는 대부분의 과수원에서 갈색무늬병이 발생하여 조기 낙엽되었고 겹무늬씩음병 역시 매우 예년에 볼 수 없을 정도로 많이 발생하고 있는 상황이다. 그럼에도 불구하고 10회 살포력을 시험하고 있는 과수원에서는 현재까지 갈색무늬병으로 낙엽된 과수원은 없고 밀식원에서 약제가 닿지 않는 부분에 부분적으로 갈색무늬병이 약간 발생한 정도이다. 그러나 겹무늬씩음병의 지금까지의 발병율은 전년도 보다 훨씬 높고 아직 병의 발생이 계속되고 있으므로 현재로써 그 방제 성과를 논의 할 수는 없다.

## 3. 맺음말

전국 사과 of 약 70%를 생산하는 경북지방에서 사과 병의 화학적 방제 실태를 3개 지역 9개 농가를 대상으로 조사한 결과, 농약의 살포회수에 비해 병 방제성과는 매우 낮은 것으로 밝혀졌다. 또 살균제의 사용실태를 1992년부터 1997년까지 60호의 독농가의 살포력으로 분석한 결과, 특정 농약의 지나친 편중, 무원칙한 살균제-살균제의 혼용을 지적할 수 있었다. 빈번한 농약 살포에도 불구하고 병 방제 효율이 낮은 원인은 병 발생생태와 살균제의 방제상의 특성이 동시에 고려된 방제체계의 불비에 있는 것으로 판단되었다.

저자의 연구실에서는 병 방제효과를 높이면서 농약의 살포회수를 줄이기 위한 연구를 1991년부터 수행해 오고 있다. 처음 이 연구는 경상북도의 용역연구로 경북산 사과의 북미지역 수출을 위한 방제체계를 개발하기 위해 시작했고, 1995년부터는 농림수산 특정연구사업의 현장애로기술개발연구로 계승하게 되었으며, 1997년부터 2 단계연구가 진행 중에 있다.

지금까지의 연구 결과에 의하면 현재의 재배체계 하에서 살균제의 살포회수를 연간 10회로 줄이고도 병 방제 효율을 관행적 방법 보다 획기적으로 높일 수 있는 가능성이 확인되었다. 그러나 농가에 이 기술을 보급하기 위해서는 아직 해결되어야 문제가 많다.

첫째, 이 연구에서 현재까지 검토한 살포체계에서는 특정 시기에 특정 약제가 한정되어 있어 약제의 선택 여지가 거의 없으므로 이를 넓히기 위한 연구가 수행되어

야 한다. 둘째, 이 연구에서 개발한 방제체계는 검무늬썩음병과 갈색무늬병이 문제가 되는 후지품종에만 적용할 수 있고, 탄저병에 감수성인 홍로, 홍월, 조나골드 등에는 적용할 수 없으므로 이들 품종이 혼식되어 있는 과수원에 적용할 수 있는 살포체계가 마련되어야 한다. 세 번째로 더 넓은 지역에서 그리고 다양한 기상 조건하에서의 반복 시험을 통해 이 방제체계가 농가에 널리 보급될 때 제기될 수 있는 모든 문제를 발굴하여 해결 방안을 마련해 두어야 한다. 그런데 기상조건에 관한 한 1998년도의 농가실증시험이 성공적으로 끝난다면 더 이상 검토할 필요가 없을 것으로 생각된다. 네 번째로는 살충제의 살포를 줄일 수 있는 방제체계의 개발이 필요한데 이 연구에서는 그 부분에 대한 연구는 거의 수행하지 않았다. 그런데 살충제는 현재의 상황에서도 연간 10회 이내로 충분한 경제적 방제가 가능하므로 살충제로 인해 전체 농약살포회수가 증가하지는 않을 것으로 생각된다. 이 연구에서는 살균제의 살포력을 먼저 작성해 두고 필요한 시기에 혼용 가능한 살충제 또는 살비제를 혼합하여 살포하도록 했다. 다섯 번째로는 농민의 의식 변화가 필요하다. 지금까지 연간 15회 이상 농약을 살포해 온 농민이 한꺼번에 10회로 줄인 방제체계를 수용하기 어려울 것으로 생각된다. 저자는 이에 대비하여 연간 12회 살포 방제력을 작성하여 1997년부터 지금까지 연인원 1,500명 이상에 대해 교육한 바 있는데 이것조차 수용하는 사람이 매우 적었다.

이상 위에서 열거한 여러 가지 문제는 어느 것이나 시간을 두고 노력하면 해결 가능한 것으로 생각된다.

#### 4. 참고문헌

1. 정미혜, 김대희, 엄재열. 1994. 사과 겹무늬썩음병의 효과적인 방제를 위한 약제살포 체계의 수립. 한국식물병리학회지 10 : 284-291.
2. 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록 제3판 :
3. 平良木 武 伸谷房治 關澤 博. 1981. リンゴ輪紋病に関する研究 第3 報. 感染時期. 日植病報, 47: 373.
4. 林重昭. 1984. リンゴ輪紋病の 發生生態と 防除. 植物防疫, 38(12):19-22.
5. 平良木 武. 1981. リンゴ果實腐敗の多發の現狀とその背景. 今月の農薬 25: 157-160.
6. 北島 博. 1989. 果樹病害各論. 良賢堂 pp. 171-173.
7. 김종천. 1982. 사과 부패병균의 동정 및 전염경로에 관한 연구. 농촌진흥청. 산학협동 23:1-51.
8. 김대희, 양희정, 엄재열. 1997. 사과 겹무늬썩음병균 *Botryosphaeria dothidea*의 포자 형성 저해제의 탐색. 한국식물병리학회 추계학술발표대회 요지
9. Kohn, F. C., Jr., and Henfrix, F. F. 1982. Influence of sugar content and pH on development of white rot on apples. Plant Dis. 67 : 410-412.
10. 김이부, 김대희, 엄재열. 1997. 사과 겹무늬썩음병 이병지의 polymer coating에 의한 전염원 밀도 경감. 한국식물병리학회지 13: 549-557
11. 李斗珩, 梁壯錫. 1984. 사과나무겹무늬병(輪紋病) 및 사마귀병의 병원균과 병원성에 관한 연구. 한국식물보호학회지 23: 82-88.
12. 농약공업협회. 1997. 농약사용지침서. pp32-271
13. 尾形 正. 1992. リンゴ輪紋病の 果實感染に 及ぼす要因. 今月の農業, 11:48-51.
14. Parker, K. C., and Shutton, T. B. 1993. Susceptibility of apple fruit to *Botryosphaeria dothidea* and isolate variation. Plant Dis., 77: 385-389.
15. Sitterly W.R., and Shay, J. R. 1960. Physiological factors affecting the onset of susceptibility of apple fruit to rotting by fungus pathogens. Phytopathology 50 : 91-93
16. Sutton, T. B. 1981. Production and dispersal of ascospores and conidia of *Physalospora obtusa* and *Botryosphaeria dothidea* in apple orchards. Phytopathology, 71:584-589.
17. 田中爾平. 白崎將瑛. 1987. 效果を高める 農薬の使い方. 青森縣 リンゴ 協會
18. 高橋俊作. 1973. リンゴ褐斑病の生態と防除. 今月の農薬 58 (10) : 99-108
19. The American Phytopathological Society. 1991. Compendium of apple and pear diseases. A. L. Jones and H. S. Aldwinckle eds. APS Press 100pp.

20. Uhm, Jae Youl and Hyung Rak, Sohn. 1995. Control of apple valsa canker by localized spraying with Neosozin solution, an arsenic fungicide. Korean J. Plant Pathol. 11: 9-16.
21. 엄재열, 이동혁, 이상계. 1995. 미국 수출용 사과재배를 위한 살균제 살포력의 개발. 한국식물병리학회지, 11: 17-29.
22. 엄재열. 1997. 그을음병 및 그을음점무늬병 p.116-118. 사과. 배의 병 진단과 방제. 한국식물병리학회. 227pp.
23. 엄재열, 이순구, 권용정. 1997. 경북지역의 사과원 병해 발생실태조사 p.45-49. 사과 겹무늬씩음병균의 과실표면 부착생태 및 저독성 살충제의 선발검정. 교육부 1996년도 농업과학분야 학술연구과제 결과보고서 63pp.
24. 엄재열. 1998. 방제체계 합리화에 의한 농약 살포회수 경감법의 개발. p.158-198. 신경북형 사과생산체계 개발에 관한 연구. 경상북도, 경북대학교 농업과학기술연구소. 236pp
25. 엄재열, 이동혁. 1998. 갈색무늬병의 1차 감염시기 및 전염원 밀도의 소장. p.13-14. 사과 병해에 대한 IPM기술 개발. '97 농업특정연구과제 연차보고서.