

사과저장병의 발생 및 방제

김용기* · 김령희 · 류재당 · 류재기 · 이상엽 · 최용철

농업과학기술원 작물보호부 병리과

요약 : 사과 주산단지로부터 1995년부터 1997년까지 3개년에 걸쳐 저장시 부패를 일으키는 병 피해를 조사하고 분리된 병원균의 병원성을 검정한 결과, *Alternaria* spp., *Botryosphaeria dothidea*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. 등 10종의 진균이 분리되었으며, 그 중 *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp. 및 *Fusarium*은 분리빈도도 높았고 병원성도 높았다. 군사생장에 있어서 *Penicillium* spp.은 10~30°C에서, *Botrytis cinerea* 및 *Alternaria* spp.는 5~30°C의 범위에서 잘 되었다. *Penicillium* spp.와 *Alternaria* spp.는 pH와 관련없이 성장하는 것으로 나타났고 *Botrytis cinerea*는 pH가 증가함에 따라 생장이 감소되었다. 포자 형성에 있어서는 *Penicillium* spp.는 15~25°C, *Botrytis cinerea*는 10~20°C에서 양호하였다. 사과선과가 저장병 발생에 미치는 영향을 조사한 결과 선과를 소홀히 할 경우 피해가 큰 것으로 나타났다. 생육기중 건전과일을 채취하여 과피서식미생물을 조사한 결과 저장병에 관여하는 대부분의 진균이 분리된 점으로 보아 저장병균은 포장에서 오염되어 저장기간 중에 병을 일으키는 것으로 판명되었다. 사과저장병해를 줄이기 위하여 프로라츠 유제등 사과병해방제용 약제를 수확전 30일에 살포한 결과 저장병 피해를 현저히 줄일 수 있었다. (1998년 1월 6일 접수, 1998년 7월 30일 수리)

Key words : postharvest disease of apple fruit, *Penicillium* spp, *Alternaria* spp, *Botrytis cinerea*, chemical control.

서 론

수확 후에 발생하는 저장병은 농산물 안정생산을 위협하는 병이다. 특히 국내에서 생산되는 사과중 후지는 저장성이 좋아 생산량의 대부분을 저장하고 있으나 저장조건이 불량하거나 저장기간이 길 경우 피해가 커 심할 경우 과일 부패율이 47%에 이르기도 한다(조 등, 1988). 사과 저장 중에 주로 피해를 주는 병원균으로는 *Botryosphaeria dothidea*, *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. 등 38종이 알려져 있다(Jones 등, 1990; 현, 1997). 이들 균 중 *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*는 생육기 중에는 병을 일으키지 않거나 발생이 경미하나 수확시 또는 수확후 관리시에 상처가 나고 저장 중에 온도나 습도가 적당할 경우 큰 피해를 주며, 5°C 전후의 저온저장을 할 경우에도 자라므로 병을 일으킨다(田中, 1990). 저장병의 발병에 영향을 주는 요인으로는 동상(배, 1977), 상처유무와 같은 과일상품의 초기품질(배, 1977), 생산품의 저장·운송시의 온도(田中, 1990), 약제처리(Eckert 등, 1985; Jones 등, 1993; 정, 1982), 포장재료(Fallik 등, 1955) 등이 있다.

저장병에 의한 피해를 줄이기 위해서는 전염원의 초기 밀도를 줄이고 이웃한 과일로 전파하는 것을 차단하는 것이 매우 중요하다.

Prochloraz, benomyl, thiabendazole 등은 군사의 생장이나 포자의 발아를 현저히 억제함은 물론 식물체 조직 내로 침투 이행되므로 *Penicillium*에 의한 과일의 부패피해를 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다(정 등, 1990). 저장병은 저온저장시설의 부족이나 관리가 부실할 경우 부패과일의 발생이 현저히 증가하게 되어 큰 피해를 주고 있으나 국내에서 발생하는 저장병의 발생실태와 병생리에 대해서는 별로 알려진 바가 없다. 또한 사과에 발생하는 병방제는 생육기에 문제가 되는 부란병, 탄저병, 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 등을 대상으로 수행되고 있을 뿐, 수확후 저장시에 피해를 주는 저장병에 대해서는 방제방법이 전무한 실정이다. 본 연구에서는 사과저장중에 발생하는 부패원인균의 발생실태, 저장온도별로 3가지 주요병원균의 군사생장과 포자형성정도, 선과와 저장병 발생정도와 상관을 조사하였으며, 사과 재배 중에 발생하는 병해 방제를 위하여 사용되는 농약을 공시하여 약제별로 사과저장병균에 대한 군사생장 및 포자발아억제효과를 조사한 다음 그 결과 선발된 농약을 수확전 30일에 안전사용기준을 준수하며 살포함

* 연락저자

으로써 과일저장병 방제가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

저장병원균 발생실태

발생피해 실태조사는 1995년부터 3년에 걸쳐 12월부터 이듬해 4월까지 주산단지인 경북 영주, 군위, 청송, 안동과 충북 충주 및 충남 예산지역의 14개 저장고를 대상으로 수행하였다.

병원성 분리 및 병원성 검정

병원균은 병든 과일의 이병부위를 70% 에탄올로 표면 살균한 다음 화염 살균한 메스로 순간 절단하여 표피를 제거하고 이병부위의 가장자리로부터 조직을 떼어내어 감자한천배지(potato dextrose agar, PDA)상에 치상하여 분리하였다. 분리병원균의 병원성은 저온(4°C)과 상온에서 직경이 5 mm인 코르크보라로 상처를 내고 발병을 조장한 다음 포자현탁액을 $10^5 \sim 10^6$ 포자/ml 수준으로 접종하여 검정하였다. 발병정도는 4°C 저장시에는 40일 후에 그리고 상온저장시에는 7일 후에 조사하였다.

온도에 따른 사과저장병원균의 군사 성장과 포자형성

5°C부터 30°C까지 조정이 가능한 배양기에서 5°C간격으로 온도를 조절한 다음, 군사생장은 *Penicillium*, *Alternaria*, *Botrytis cinerea*의 군사절편을 감자한천배지에 옮긴 후 7일차에 조사하였고, 포자형성정도는 *Penicillium*과 *Botrytis cinerea*의 군사절편을 감자한천배지에 옮긴 후 5일차에 조사하였으며, 시험은 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다(김 등, 1989; 윤, 1982).

저장병원균의 감염경로 조사

과일저장 중 부패과의 발생원인이 생육기중에 병원균이 감염되는 것인지 저장 중에 저장고내의 위생상태가 불량하여 일어나는 것인지를 알아보기 위하여 생육기중에 건전한 과일을 채취하여 과일표면에 있는 병원균의 분리정도를 조사하였다. 균분리는 과일표면을 직경 10mm 코르크보라를 사용하여 과일당 3절편씩 채취하여 유발 상에서 물을 1 mm 첨가한 다음 마쇄하여 100 μ l 씩 감자한천배지에 첨가해 배양하였다. 균분리는 배양후 5일에 실시하였다. 또한 과일저장 중에 발생하는 부패정

도와 선과 정도와의 관련성을 조사하기 위하여 동일 농가로부터 사과를 채취하여 심한 상처가 난 과일만 제거하고 저장한 처리와 가능한 한 상처가 난 과일을 모두 제거한 처리를 두고 5°C 저장고에서 3개월간 저장한 다음 부패정도를 조사하였다.

화학적 방제

사과 재배 중에 발생하는 병해 방제를 위하여 사용되는 농약인 후루아지남 액상수화제, 프로라츠 유제, 디크론 수화제, 켈탄 수화제, 프로피 수화제, 흘렛 수화제, 웨나리 유제, 펜브코나졸 수화제 및 베노밀 수화제를 공시하여 PDA배지에 추천농도의 1/10수준으로 첨가하였다. 농약이 첨가된 각각의 배지에 공시병원균의 균총을 접종한 다음 7일 후에 군사생장을 조사하였으며, 포자발아억제효과는 물한천배지에 공시농약을 추천농도의 1/10 수준으로 첨가한 다음 10^6 농도의 포자현탁액 0.1 ml를 배지 표면에 골고루 펴고 48시간 후에 발아유무 및 성장정도를 조사하였다. 이상의 결과로부터 군사성장 및 포자발아를 현저하게 억제하는 농약과 외국에서 저장병 방제용 농약으로 사용되고 있는 농약중 안전사용기준이 짧은 농약을 선별하여 생육기 후기인 수확전 30일에 안전사용기준을 준수하여 과일표면에 골고루 살포하였다. 수확한 과일은 4°C 저온고에 저장하면서 한달 간격으로 부패과율을 조사하였다.

결과 및 고찰

저장병원균 발생 실태 및 병원성

사과주산단지인 경북 안동·군위·청송·영주, 충북 예산 및 충북 충주의 저장고에서의 부패를 일으키는 병원균은 생육기중에 발병되어 피해를 주는 *Botryosphaeria dothidea*, *Alternaria* spp, *Glomerella cingulata*, *Monilinia fructigena*, *Phytophthora cactorum* 등과, 생육기중에는 피해를 주지 않거나 경미한 *Botrytis cinerea*, *Penicillium* spp 등에 의한 것으로 나타났다. 그 중에서 *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. 및 *Penicillium* spp.는 분리빈도도 높고 병원성도 높았으며, *Phytophthora cactorum*, *Monilinia fructigena*는 분리빈도는 낮았으나 병원성은 매우 높았다(표 1). 분리된 병원균의 온도별 병원성을 조사한 결과는 표 2와 같다. 분리한 병원균 중 *Penicillium*,

Table 1. Occurrence of pathogenic fungi isolated from apple fruits

Fungi	No. of isolate					Pathogenicity ^{a)}
	Dec	Feb	Mar	Apr	Total	
<i>Alternaria</i> spp.	26	30	13	9	78	++(+/-~+++)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	22	22	8	-	52	+/-
<i>Botrytis cinerea</i>	15	13	8	-	36	++++
<i>Penicillium</i> spp.	1	9	5	1	16	++(+~+++)
<i>Fusarium</i> spp.	4	9	2	4	19	+++
<i>Glomerella cingulata</i>	1	1	4	1	7	+(+/-~+++)
<i>Monilinia fructigena</i>	2	-	-	-	2	++++
<i>Chaetomium</i> sp.	1	-	-	-	1	+
<i>Trichoderma</i> sp.	-	1	-	-	1	+/-
<i>Phytophthora cactorum</i>	-	1	1	-	2	++++
Others	4	13	4	4	25	+(+/-~+++)
Total	76	99	45	19	239	

^{a)}+/-, +, ++, +++ and ++++ mean lesion size, less than 10 mm, 11~20 mm, 21~30 mm, 31~50 mm, and more than 50mm 40 days after inoculation, respectively.

*Alternaria*는 20℃(실온)과 저온 모두에서 대부분의 균주가 병원성을 보였으며, *Botrytis cinerea*는 20℃에서는 모든 균주가 병원성을 보였으나 5℃에서는 20%만이 병원성을 보였다. 분리빈도가 가장 높았던 사과 껍무늬썩음병은 병원성을 보이는 균주수가 적었으며, 5℃에서 병원성을 보인 균주는 29% 였다. 탄저병의 경우는 20℃에서는 병원성을 보인 균주가 75%로 높았으나 저온에서는 25%만이 병원성을 보였다.

Table 2. Pathogenesis of fungal isolates from decayed apple fruits at two temperature regimes

Pathogen	Pathogenicity (%)	
	20℃	5℃
<i>Penicillium</i> spp	100	100
<i>Alternaria</i> spp	92	92
<i>Botrytis cinerea</i>	100	20
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	43	29
<i>Glomerella cingulata</i>	75	25

온도별 사과저장병균의 균사 성장과 포자형성

온도별 *Penicillium*, *Botrytis cinerea* 및 *Alternaria* 의 균사생장을 조사한 결과는 그림 1과 같다.

*Penicillium*의 경우는 5℃에서는 균사가 성장되지 않았으나 10℃이상에서는 30℃까지 대부분의 균주가 왕성한

생장을 보였다.

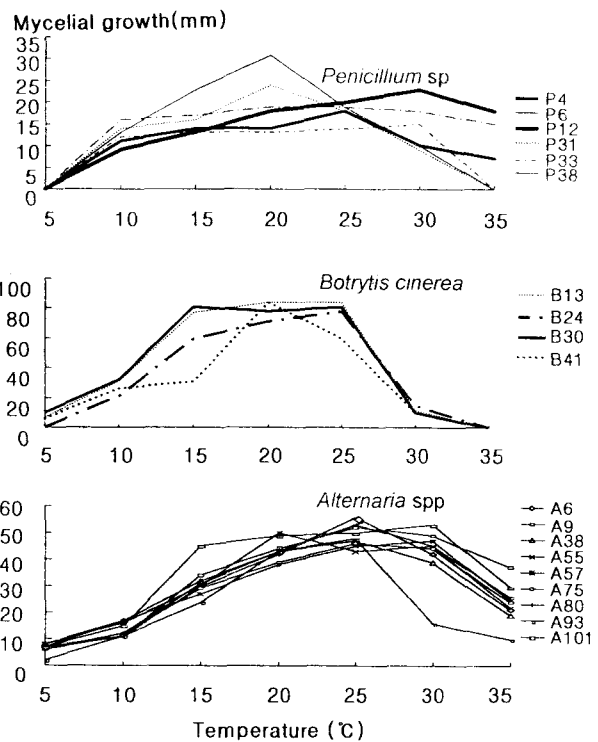


Fig. 1. Growth of *Penicillium* spp., *Botrytis cinerea* and *Alternaria* spp. on PDA at different culture temperature.

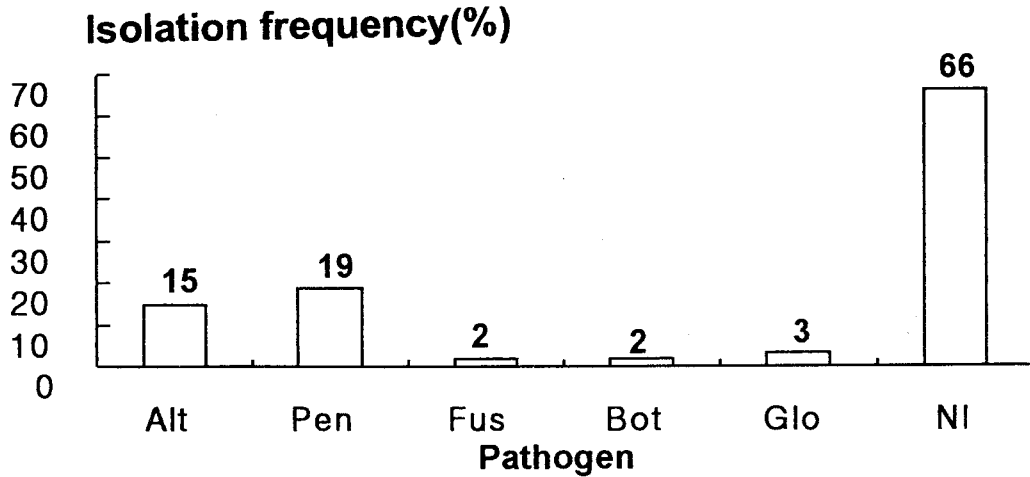


Fig. 2. Isolation of epiphytic fungi from surface of healthy apple fruits.

Alt : *Alternaria* spp., Pen : *Penicillium* spp., Fus : *Fusarium* spp., Bot : *Botrytis cinerea*, Glo : *Glomerella cingulata*, NI : Non-infested.

5°C에서 균사생장은 되지 않았지만 사과에 접촉시에 표 2에서 처럼 발병된 이유는 배양기상과는 달리 영양적인 측면에서 병원균이 자라기에 적당하였기 때문으로 생각되며 보다 많은 검토가 요구된다.

*Botrytis cinerea*의 온도별 균사생장을 보면 10~30°C에서 균사의 생장이 양호하였으며, 그 중 3균주는 5°C에서도 성장하는 것으로 나타났다. 이는 *Botrytis cinerea*가 저

온에서 생장이 가능하여 저온저장시에도 일단 이병되면 병이 진전되므로 큰 피해를 준다는 보고와 일치하였다 (Eckert 등, 1967). 온도별 *Alternaria*의 균사생장에 있어서는 분리된 모든 균주가 5°C에서 생육이 가능한 것으로 나타났으며, 5~15°C의 저온과 30~35°C의 고온에서 모두 높은 성장을 보였다. 이는 부생성 곰팡이가 갖는 장점으로 넓은 온도범위에서 생장이 가능하고 게다가 대

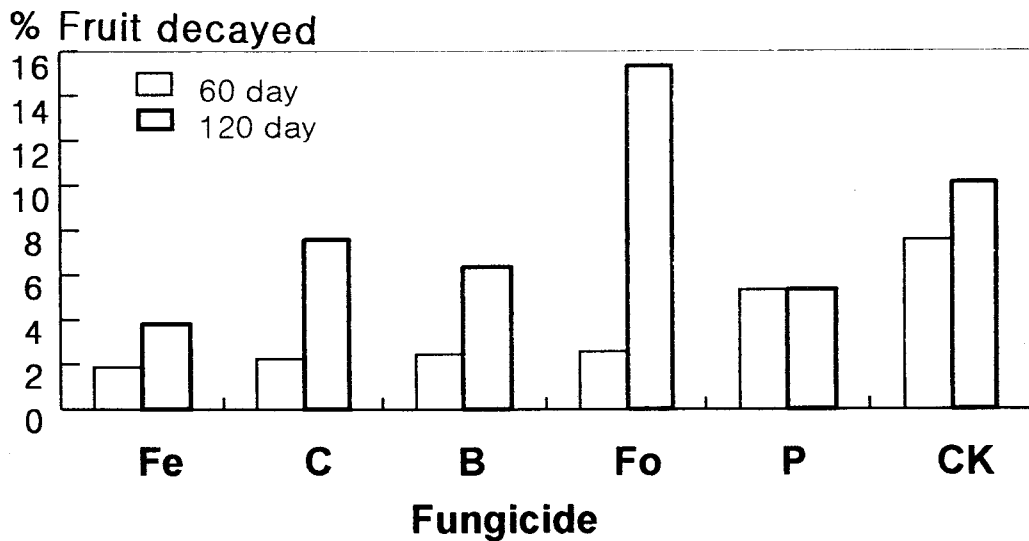


Fig. 3. Suppressive effect of fungicides for controlling postharvest decay of apple. Fungicides sprayed on apple fruits at 30day before harvesting apple fruits. Fe : Fenari EC, C : Captan WP, B : Benomyl WP, Fo : Folpet WP, P : Prochloraz EC.

부분 병원성을 갖고 있으므로 실제로 농가에서 저장시 많은 피해를 주는 것으로 판명되었다.

사과 저장중에 병원균의 포자형성은 병 발생에 큰 영향을 미치므로 온도별 저장병균의 포자형성정도를 조사하였다. *Penicillium*의 경우에는 5°C에서는 전혀 포자가 생성되지 않았으며, 10°C에서는 일부 균주에서 약간 형성되었고 대부분의 균주가 15~25°C 범위에서 포자형성이 잘 되는 것으로 나타났다. 그러나 극히 일부 균주는 30°C이상에서도 포자형성이 잘 되었다(표 3).

*Botrytis cinerea*는 *Penicillium*에 비해 낮은 온도인 10~20°C 범위에서 포자형성이 잘 되는 것으로 나타났다(표 4). 이 균은 5°C에 저장되는 사과에서도 환기가불량할 경우 다량의 포자를 형성하는 것을 관찰할 수 있다. 표 3에서 보는 바와 같이 *Botrytis cinerea*는 5°C 저온조건에서 생장이 가능하고 포자도 형성하므로 일단 발생하면 저온저장조건이라 하더라도 병반이 확대되고 병반에서 생성된 포자가 이웃한 과일로 전파되므로 큰 피해를 줄 수 있다.

Table 3. Sporulation of *Penicillium* spp. isolated from diseased apple fruits on under dark condition

Isolate	Sporulation ^{a)}						
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
P4	-	-	++	++	++	+	+
P6	-	-	+++	+++	+++	-	-
P12	-	-	+/-	+	+	++	++
P31	-	+/-	+++	+++	+++	-	-
P33	-	++	+++	+++	+++	-	-
P38	-	+/-	+++	+++	+++	+	-

^{a)}Sporulation, -, +/-, +, ++, and +++ , means no, very little, moderate, and bundant sporulation, respectively. Each isolate was grown on PDA for five days.

저장병균의 감염경로 조사

과원에서부터 채취한 건전한 사과과일로부터 과피서 식미생물을 분리한 결과 진균은 *Penicillium*이 가장 높은 빈도로 분리되었으며, *Alternaria*와 *Glomerella cingulata*가 그 다음으로 많이 분리되었다. 그 밖에 *Botrytis cinerea*와 *Fusarium*도 일부 분리되었다. 이는 실제로 저장중의 이

병과로부터 분리된 병원균의 종류 및 분리빈도와 매우 유사한 경향이였다(그림 2). 따라서 저장중 사과부패를 일으키는 병원균은 생육기간 중에는 과일표피에서 서식하다가 저장시에는 과일에 오염된 상태로 저장고로 반입되어 온도가 높아지거나 환기가 불량하여 과습해 질 경우 과일의 자연개구나 상처를 통해 침입하여 병을 일으키는 것으로 추정되었다. 선과가 저장병 발생에 미치는 영향을 조사한 결과 선과를 소홀히 할 경우 부패도가 6.7% 발생된 반면 선과를 철저히 할 경우에는 2.4%만이 부패되는 것으로 나타났다. 특히 선과를 소홀히 할 경우 생육기중에는 문제가 되지 않는 *Alternaria*, *Penicillium* 및 *Botrytis cinerea*의 발생이 많았다. 이들 병은 생육기중에는 과일부패를 일으키지 않으나 저장고내의 습도가 높고 온도조절이 잘 안 될 경우 심한 피해를 일으킨다. 따라서 저장병 피해를 줄이기 위해서는 정밀한 선과가 선행되어야 할 것이다.

Table 4. Sporulation of *Botrytis cinerea* isolated from diseased apple fruits under dark condition

Isolate	Sporulation ^{a)}				
	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
B 13	-	-	-	-	-
B 19	-	+	-	-	-
B 24	++	+	-	-	+/-
B 28	++	++	-	-	+/-
B 29	-	+++	-	-	-
B 30	-	+++	+	+	++
B 38	-	-	+++	-	-
B 39	+	++	-	+/-	-
B 41	+++	-	-	-	-
B 43	+	++	+	+++	-

^{a)}Sporulation, -, +/-, +, ++, and +++ , means no, very little, moderate, and abundant sporulation, respectively. Each isolate was grown on PDA for five days.

과일저장병균의 화학적 방제

사과병해 방제용 약제로 사용되고 있는 약제가 저장병균의 균사 생장과 포자발아에 미치는 영향을 조사한 결과 후루아지남 액상수화제, 프로라츠 유제, 유파렌 수화제 및 캡탄 수화제는 3가지 병원균의 균사 생장과 포자발아를 현저히 억제하였으며, 펜부코나졸 수화제와 흘렛 수화제가 그 다음으로 효과가 높았고, 베노밀 수화제는 억제효과가 낮았다(표 5).

Table 5. Suppression of mycelial growth and spore germination of pathogenic fungi by several fungicides used for controlling apple disease

Fungicide	Inhibition of					
	mycelial growth (%)			spore germination ^{a)}		
	Pen ^{b)}	Bot ^{c)}	Alt ^{d)}	Pen	Bot	Alt
Fluazinam SC	90.6	100	91.2	+++	+++	+++
Prochloraz EC	100	100	85.5	+++	+++	++
Dichlofluanid WP	89.4	91.4	74.1	+++	+++	+++
Captan WP	85.5	79.3	83.2	++	+++	+++
Propineb WP	86.3	82.9	68.2	+++	++	++
Folpet WP	84.7	83.2	62.7	++	+++	+++
Fenarimol EC	88.2	23.5	80.4	+	+	+
Fenbuconazole WP	87.6	40.6	74.5	+++	++	+
Benlate WP	67.1	61.2	33.3	-	-	-

^{a)} -, +, ++, and +++ mean no, a little, moderate, and excellent suppression of spore germination, respectively.

^{b)}Pen : *Penicillium* sp, ^{c)}Bot : *Botrytis cinerea*, ^{d)}Alt : *Alternaria* sp.

프로라츠 유제와 같이 균사생장 및 포자발아를 현저하게 억제하는 농약과 베노밀 수화제와 같이 외국에서 저장병방제용으로 사용되고 있는 농약중 잔류기간이 짧은 농약을 10종 선발하여 생육기후기인 수확전 30일에 과일표면에 골고루 살포하고 저장하면서 사과부패율을 조사한 결과 프로라츠 유제, 캡탄 수화제, 웨나리 수화제, 홀펫 수화제 및 베노밀 수화제는 수확후 2개월까지 부패과율의 발생을 현저히 억제하였으며, 홀펫 수화제를 제외한 모든 약제는 수확후 4개월까지 발병억제 효과가 지속되었다(그림 3).

이들 약제는 사과병해 방제에 사용되는 농약으로 생육후기에 발생하는 탄저병이나 겹무늬썩음병 방제시 사용하면 높은 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 사과 저장병을 방제하기 위하여 화학적 방제 이외의 방제수단이 이용되고 있다. *Bacillus subtilis* 등 길항균주를 사용한다던가(Janisiewicz, 1988; Janisiewicz, 1994; 백, 1993; 오, 1996), 키토산과 같이 유도저항성을 유도하는 물질을 처리한다던가(Eckert 등, 1967), 칼슘염처럼 과일표피에 장벽을 만들어 병원균의 침입을 줄이는 물질을 이용하는 방법(Biggs 등, 1993; Conway 등, 1992) 등이 저장병균에 의한 피해를 줄이기 위하여 이용되고 있다.

추후 본 연구에서 효과가 높았던 농약과 상기한 방제 수단을 조화롭게 사용하면 저장병에 의한 피해를 크게 줄일 수 있으리라 생각된다.

인용문헌

- Biggs, A. R., M. Ingle and W. D. Solihati (1993) Control of *Alternaria* infection of fruit of apple cultivar Nittany with calcium chloride and fungicides. *Plant Dis.* 77:976~980.
- Conway, W. S., C. E. Sams, R. G. McGuire and A. Kelman (1992) Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. *Plant Dis.* 76(4):329~334.
- 田中寛康 (1990) 市場病害ガイドブック. p. 226, 日本植物防疫協會.
- Eckert, J. W. (1990) Role of chemical fungicides and biological agents in postharvest disease control. In workshop proceedings of biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables. pp.14~30.
- Eckert, J. W. and J. M. Ogawa (1985) The chemical control of postharvest diseases; Subtropical and tropical fruits. *Ann. Rev. Phytopathol.* 23:421~454.
- Eckert, J. W. and N. F. Sommer (1967) Control of diseases of fruits and vegetables by postharvest treatment. *Ann. Rev. Phytopathol.* 5:391~432.
- Fallik, E., T. G. Naomi, S. Grinberg and H. Davidson (1995) Prolonged low temperature storage of eggplants in polyethylene bags. *Postharvest Biology and Technology* 5:83~89.
- Harvey, J. M. (1978) Reduction of losses in fresh market fruits and vegetables. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16:321~341.
- Janisiewicz, W. J. (1988) Biocontrol of postharvest disease of apple with antagonist mixtures. *Phytopathol.* 78:194~198.
- Janisiewicz, W. J., D. L. Peterson and R. Bors (1994) Control of storage decay of apples with *Sporobolomyces roseus*. *Plant Dis.* 78:466~470.
- Jones, A. L. and H. S. Aldwinckle (1990) Postharvest diseases. pp.53~54, *Compendium of apple and pear*

- diseases. APS Press, USA.
- Jones, A. L., G. R. Ehret, M. F. El-Hadidi, M. J. Zabik, L.N. Cash and J. W. Johnson (1993) Potential for zero residue disease control programs for fresh and processed apples using sulfur, fenarimol, and myclobutanil. *Plant Dis.* 77:1114~1118.
- Sanderson, P. G. and R. A. Spotts (1995) Postharvest decay of winter pear and apple fruit caused by species of *Penicillium*. *Phytopathol.* 85:103~110.
- 김란영, 김기홍, 이창은 (1989) Benomyl에 저항성인 사과 푸른곰팡이병균 *Penicillium expansum*의 포자발아, 균 사생장 및 병원성. *한국식물병리학회지* 5(4):344~348.
- 배대한 (1977) 감귤출하시의 부패발생과 피해에 관한 조사. *한국식물보호학회지* 10(4):245~247.
- 배대한 (1977) 감귤동상과의 저장병해 방제에 관한 연구. *한국식물보호학회지* 16 (4):241~244.
- 백수봉 (1993) 수확후 농산물썩음병 길항미생물로 막는다. pp.40~43, *농약정보* 11·12월호, 농약공업협회.
- 오연선 (1996) *Cryptococcus macerans*와 *Trichosporon pullulans*를 이용한 사과 푸른곰팡이병의 생물학적 방제. *건국대학교 박사학위논문.*
- 윤충효 (1982) Cause of garlic postharvest diseases with special reference to *Penicillium* rot. *서울대학교 석사학위 논문.*
- 정영호, 박영선 (1990) *농약학*. pp.127~203, *전국농업기술협회.*
- 정희광 (1982) 수확후 살균제처리가 저온저장양과의 부패방지에 미치는 영향. *한국원예학회지* 23(2):17~22.
- 조원대, 김완규, 이영희, 이은종, 이순형, 유화영, 김충희, 이응권, 양성석 (1988) 주요 경제작물의 병원균 분류 동정에 관한 연구. *농업기술연구소 시험사업보고서*. pp. 260~273.
- 현익화 (1997) 균학적 특성과 동위효소분석에 의한 사과 및 핵과류 잣빛무늬병균, *Monilinia* spp.의 분류. *서울대학교 석사학위 논문.*

Occurrence and control of postharvest diseases of apple

Yong-Ki Kim*, Ryung-Hee Kim, Jae-Dang Ryu, Jae-Gee Ryu, Sang-Yup Lee and Yong-Chul Choi (*National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea*)

Abstract : The occurrence of postharvest disease of apple was surveyed from 1995 to 1997 in the major apple-producing area in Korea. Ten genera including *Alternaria* spp., *Botryosphaeria dothidea*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp., and *Penicillium* spp. were isolated from the decayed apple fruits. Of these, *B. cinerea*, *Penicillium* spp. and *Fusarium* spp. were frequently isolated and were highly pathogenic to apple fruits. Optimum temperature of mycelial growth for *Penicillium* spp. ranged from 10 to 30°C and that of mycelial growth for *B. cinerea* and *Alternaria* spp. ranged from 5 to 30°C. Optimum temperature of sporulation of *Penicillium* spp. and *Alternaria* spp. ranged 15-25°C and 10-20°C, respectively. Occurrence of postharvest disease of apple increased in neglecting selection of wounded fruits before storing apples. Most of these fungi causing postharvest diseases such as *Penicillium* spp, *Botrytis cinerea* and *Alternaria* spp. were isolated from healthy fruits sampled at apple orchard. These results suggested that postharvest diseases of apple were originated from apple fruits contaminated from apple orchard and occurred during storage. In addition, five fungicides including prochloraz EC, fenari EC, captan WP, benomyl WP and folpet WP suppressed postharvest diseases when they sprayed on apple fruits at 30 days before harvesting.

* Corresponding author