

## 친환경적 감귤 병 방제를 위한 구리제의 효율적 사용

현재욱\* · 고상욱<sup>1</sup> · 김동환 · 한승갑 · 김광식<sup>1</sup> · 권혁모 · 임한철농촌진흥청 난지농업연구소 난지환경과, <sup>1</sup>감귤과

## Effective Usage of Copper Fungicides for Environment-friendly Control of Citrus Diseases

Jae-Wook Hyun\*, Sang-Wook Ko<sup>1</sup>, Dong-Hwan Kim, Seung-Gab Han, Kwang-Sik Kim<sup>1</sup>,  
Hyeog-Mo Kwon and Han-Cheol Lim

Subtropical Environment Division, National Institute of Subtropical Agriculture, RDA, Jeju 699-803, Korea

<sup>1</sup>Citrus Research Division, National Institute of Subtropical Agriculture, RDA, Jeju 699-803, Korea

(Received on October 8, 2005)

This studies were carried out to elucidate the control effect of copper fungicides against some citrus diseases, assess copper spray injury on leaf and fruit of citrus by spraying of copper fungicides according to growth stages and spray seasons and by tank mixing with paraffin oil in field experiments for 3 years (2003-2005 season). As results, the control value was approximately 75% against scab disease in all tested copper fungicides, 85-88% to canker and 75-86% to melanose. In case of leaf, the copper injury was the severest in early stage of shooting, and the injury was gradually weakened according to growth of leaf. In fruit, the copper injury was more severe in midsummer (late of July and August) than early of summer and spring season (June and ealy of July). Among copper fungicides, the bordeaux mixture which made by level of farm induced more injury compared to other copper fungicides commercialized. Less copper spray injury was observed on treatments in which copper fungicide was sprayed as tank mixtures with paraffin oil when compared to treatment which sprayed with only copper fungicide.

**Keywords :** Citrus diseases, Copper fungicide, Copper spray injury, Paraffin oil, Protective effect

제주도에서 재배되고 있는 감귤에는 바이러스 병을 포함하여 35가지 이상의 병이 발생하는 것으로 보고되고 있으며(현 등, 2002년) 이들 중 검은점무늬병, 케양병, 더듬이병 등이 크게 피해를 주고 있다.

보르도액을 포함한 구리제는 대표적인 보호살균제로서 식물체내에 침투하여 확산되지 못하고 오직 구리가 부착된 표면에서만 작용하며 따라서 병원균에 대해 잔류기간이 길지만 새로 자라나는 조직에서는 효과를 발휘하지 못한다(Whiteside, 1977). 식물체 표면의 구리는 공기 중의 이산화탄소나 탄산을 함유한 빗물, 이슬, 식물이나 균의 분비물에 의하여 가용상태의 구리염으로 되면서 구리 이온( $Cu^{2+}$  또는  $Cu^+$ )을 방출하고 방출된 구리 이온이 병원

균과 접촉하여 병원균의 세포막 또는 세포내의 단백질과 결합된 정상적인 세포내의 탈수소화의 S-H기와 결합하여 병원균의 생리작용을 저해시키거나 구리이온에 의한 세포내에서의 과도한 산화 촉진 등에 의하여 세포의 생리작용을 교란시킴으로써 살균 작용을 일으키게 된다. 구리제에 사용되는 구리 화합물에는 copper sulfate(‘보르도액’, ‘네오보르도’ 등), copper hydroxide(‘코사이드’, ‘쿠퍼’ 등), tribasic copper sulfate(‘새빈나’ 등), cuprous oxide(‘신기동’ 등), copper oxychloride, copper ammonium complex 등이 있다. 살포 액속의 구리 함량이나 식물체 표면에 부착된 구리 함량과 병 방제 효율은 항상 일치하지는 않지만 구리의 구리입자가 작으면 작을수록 단위 그램당 입자의 수와 식물체 표면에 부착되는 입자의 수가 많으며 따라서 병원균에 대한 효과도 증대 된다고 알려져 있다(Hardy 등, 2004). 따라서 구리제의 효율은 살포되는 총 구리의 함량이 아니라 구리 입자가 작을수록 효율적일 것으로 생

\*Corresponding author

Phone)+82-64-730-4193, Fax) +82-64-730-4189

E-mail)jwhyun@rda.go.kr

각된다.

석회보르도액을 포함한 구리제(‘무기동제’, copper fungicide)는 상대적으로 환경 친화형 농자재로 알려져 있고 가격이 비교적 저렴하면서 감귤의 더맹이병, 검은점무늬병, 궤양병, 누른무늬병, 역병 등에 효과가 있는 그 적용 범위가 넓은 약제로 알려져 있으면서 또한 저항성 문제가 거의 없는 약제로 알려져 있다(Timmer와 Zitko, 1996; Michaud와 Grant, 2003). 하지만 이러한 장점에도 불구하고 특정 병해에 대해서는 전문약제에 비하여 약효가 상대적으로 떨어지며 특히 구리피해가 발생하기 때문에 사용에 큰 제약이 있는 농자재이다.

감귤원에서 주로 사용되는 구리제에는 보르도액(자가 제조 보르도액), 비료용 보르도액(CM150, 보르도진, 골드 보르도액 등), 농약으로 등록된 보르도액(피쳐 등), copper hydroxide(코사이드, 쿠퍼), tribasic copper sulfate(새빈나), cuprous oxide(신기동), copper sulfate basic(네오보르도) 등이 있다.

제주 감귤에서의 구리제 사용은 최근 친환경 농산물에 대한 관심의 증가와 감귤 궤양병 발병의 증가 등으로 인하여 보르도액을 비롯한 구리제의 사용이 증가하고 있는 추세이지만 효과적인 사용시기와 각각의 감귤 병에 대한 효과에 대해서는 아직까지 확실치가 않은 실정이다. 본 논문에서는 감귤의 주요 병에 대한 구리제의 약효와 약해, 그리고 감귤원에서의 효율적인 사용 방법 등에 대해서 2003년부터 2005년까지의 연구 결과를 소개하고자 한다.

### 감귤병에 대한 구리제의 방제 효과

주요 감귤 병에 대한 구리제의 방제효과 검정은 2003년부터 2005년까지 3년간 난지농업연구소 감귤연구센터 시험포장에서 수행되었다. 본 시험에 사용된 구리제는 자가 제조 보르도액(2-4식 : 황산동 2g + 생석회 4g/l, 5-5식 : 황산동 5g + 생석회 5g/l), 보르도액 CM150(505: 5-5식, 408: 2-4식), 보르도믹스처 입상수화제(Cu로서 20%, 상표명-피쳐, Syngenta Korea), 쿠퍼수화제(Cu로서 35%, 상표명-코사이드, 주식회사 동부한농), 트리베이직코퍼셀 페이트 액상수화제(Cu로서 15%, 상표명-새빈나, Syngenta Korea)를 사용하였으며 더맹이병 대조 약제로는 이미벤코나졸 수화제(Imibenconazole 15%, 상표명-확시란, 동방아그로)를, 궤양병 대조약제로는 농용신 수화제(Streptomycin 20%, 상표명-아그렙토, 주식회사 경농), 그리고 검은점무늬병 대조 약제로는 디치 수화제(Dithianon 75%, 상표명-델란, 한국삼공)을 사용하였다. 더맹이병에 대한 구리제의 방제효과는 발아초기 이후 2주 간격으로 2회 살포하

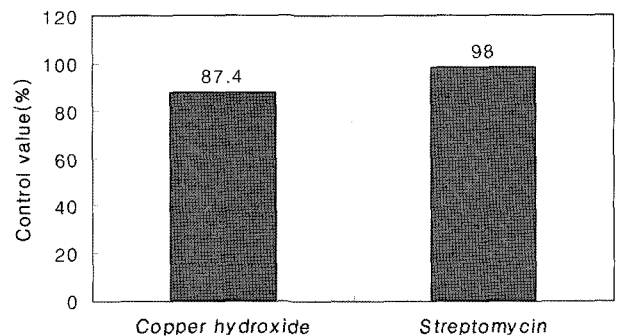
여 조사한 결과 2003년 시험에서는 구리제 별로 74.7~87.8%의 비교적 높은 방제 효율을 보였으며 2005년도에도 피쳐 살포구에서 76.5%의 방제효과를 보였지만 2004년도에는 64.1%로 비교적 낮은 방제 효과를 보였다. 이는 2004년도 기상 조건이 더맹이병 발병에 좋은 조건이었으며 시험 포장 여건상 전염원 밀도도 높았기 때문에 상대적으로 전문약제인 확시란에 비하여 방제효과가 떨어진 것으로 생각된다. 또한 시험된 구리제들 간에는 통계적으로 뚜렷한 방제 효과의 차이가 없었다(Table 1).

**Table 1.** Effect of applications of copper fungicides on citrus scab diseases in open field condition in 2003 season

Treatment <sup>a</sup>	% of diseased leaf <sup>b</sup>	Control value (%)
Copper hydroxide	11.8 ± 9.3 a <sup>b</sup>	86.7
0.1% Tribasic copper sulfate + Calcite	15.4 ± 9.7 a	82.6
0.2% Tribasic copper sulfate + Calcite	12.4 ± 8.2 a	86.0
Bordeaux CM150 (5-5)	18.9 ± 15.1 a	78.6
Bordeaux CM150 (2-4)	22.4 ± 11.0 a	74.7
Bordeaux mixture	10.8 ± 7.5 a	87.8
Imibenconazole	10.5 ± 7.3 a	88.1
Non-treatment	88.4 ± 6.2 b	-

<sup>a</sup>Two applications since early of shooting at intervals of two weeks.  
 Copper hydroxide : 0.2% “Kocide”, made by Dongbu Hannong Chemical, Korea.  
 Tribasic copper sulfate : “Saevinna”, made by Syngenta Korea.  
 Calcite : 0.5% “Clefnon” made by Syngenta Korea.  
 Bordeaux CM150 (5-5 and 2-4) : “CM150-505” and “CM150-408”, made by Choogang Plaza Co., Korea.  
 Bordeaux mixture : 0.2% “Picher”, made by Byer CropScience, Korea.

<sup>b</sup>Numbers within a column followed by different letters are significantly different ( $p=0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.



**Fig. 1.** Control effect of copper hydroxide against citrus canker disease: Copper hydroxide : 0.1% ‘Kocide’, Dongbu Hannong Chemical, Korea, Streptomycin : 0.1% ‘Agrepto’, made by Kyung Nong Co., Korea.

감귤궤양병에 대한 방제 효과를 알아보기 위하여 포트 묘를 이용하여 온실조건에서 코사이드 0.1%를 반 정도 자란 새잎에 살포하고 1일 후 스트렙토마이신에 감수성 균주( $10^8$  cfu/ml)를 Spra Tool Sprayer(Spra-tool power-Pack, Crown, USA)를 사용하여 인위적으로 기공 접촉하고 발생한 병반의 면적율을 바탕으로 방제가를 조사한 결과 코사이드 살포 구에서 87.4%의 방제 효과를 보였으며(Fig. 1) 병반에서 분리된 균주들중 85% 이상이 스트렙토마이신 저항성 균주들인 노지 포장에서 2005년도에 방제 시험을 한 결과 0.1% 아그렙토 수화제를 살포한 구에서의 이병엽율은 26.6%로써 무처리구의 29.1%와 별 차이가 없었으며 0.1% 피쳐입상수화제를 살포한 구에서의 이병엽율은 3.4%로써 병 발생이 적었다(Table 2).

감귤검은점무늬병에 대한 방제 효과를 알아보기 위하여 4개 종류의 구리제를 각각 5회 살포(6월 7일, 6월 27일, 7월 6일, 7월 25일, 8월 16일)하고 착색 후 Setsuo의

**Table 2.** Effect of applications of copper fungicides on citrus canker disease in open field condition in 2005 season

Treatment <sup>a</sup>	% of diseased leaf
Streptomycin	26.6 ± 12.8 bc
Bordeaux mixture	3.4 ± 3.6 a
Non-treatment	29.1 ± 18.8 b

<sup>a</sup>Streptomycin : 0.1% "Agrepto", made by Kyung Nong Co., Korea.  
Bordeaux mixture : 0.1% "Picher", made by Byer CropScience, Korea.

**Table 3.** Protective effect of applications of copper fungicides on citrus melanose in 2005 season

Treatment <sup>a</sup>	Severity (%) <sup>b</sup>	Marketable fresh (%)
Bordeaux mixture + Paraffin oil	43.8 ± 1.5 c	49.8 ± 4.8 c
Copper hydroxide + Calcite + Paraffin oil	11.5 ± 3.3 a	93.2 ± 3.7 a
Tribasic copper sulfate + Calcite + Paraffin oil	22.0 ± 4.5 b	76.3 ± 3.8 b
Bordeaux CM150 (2-4)	18.0 ± 2.4 b	82.0 ± 5.4 b
Dithianon	6.7 ± 4.9 a	95.5 ± 5.4 a
Non-treatment	90.1 ± 1.5 d	0.0 ± 0.0 d

<sup>a</sup>Five applications : 6 and 27 June, 6 and 25 July and 16 August.  
Bordeaux mixture : 0.1% "Picher", made by Byer CropScience, Korea.  
Paraffin oil : 0.25% machine oil registered for miticides.  
Copper hydroxide : 0.1% "Kocide", made by Dongbu Hannong Chemical, Korea.  
Calcite : 0.5% "Clefnon" made by Syngenta Korea.  
Tribasic copper sulfate : "Saevinna", made by Syngenta Korea.  
Bordeaux CM150 (2-4) : "CM150-408", made by Choogang Plaza Co., Korea.

<sup>b</sup>Numbers within a column followed by different letters are significantly different ( $p=0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

기준(Setsuo, 1991)에 따라 다음과 같이 발병도를 조사하였다.

$$\text{발병도}(\%) = [(1A + 3B + 5C + 7D + 9E) / 9 \times \text{표본수}] \times 100$$

0-병반 면적: 0, A-병반 면적: <1%, B-병반 면적: 1~5%, C-병반 면적: 6~25%, D-병반 면적: 26~50%, E-병반 면적: 51~100%

상품과율은 발병도지수가 0, A, B인 과실을 상품과로 분류하였다. 2005년도 연구 결과 대조약제인 디치 수화제인 경우 발병도가 6.7%이고 상품과율이 95.5%이었다. 반면에 코사이드, 새빈나, 보르도액 CM150인 경우 대조약제에 비하여 방제효과는 떨어졌지만 76% 이상의 상품과율을 보였다(Table 3).

## 구리피해

감귤나무에 보르도액을 포함한 구리제의 살포에 의해 유발되는 피해증상들은 잎이나 과실에 흑점(star melanose)을 생성하며 새순이 괴사하고 오래된 잎이 낙엽되는 증상이 나타난다(Setsuo, 1991; Schutte 등, 1997). 이외에도 구리제와 함께 살포되는 석회에 의해서 증산이 촉진되고 잎이 빨리 경화되어 잎 성장이 저해되고 광합성이 감퇴된다는 보고도 있다(Horsfall과 Harrison, 1939). 하지만 시험 결과 실제 피해를 주는 것은 과실에서의 흑점 증상과 새순이 괴사되는 것으로서 여기에서는 이 부분만을 다루고자 한다(Fig. 2).

**새순에서의 구리피해.** 2003년 시험에서는 자가에서 제조된 보르도액 2-4식과 5-5식, 그리고 보르도액 CM150-505, 새빈나가 사용되었으며 발아초기인 4월 21일부터 약 7일 간격으로 5월 21일까지 5회를 각 시기별로 각각의 나무에 살포하고 1주일 후 구리피해를 조사하였다. 2004년도에는 자가보르도액 5-5식과 코사이드, 새빈나가 사용되었으며 살포일자는 4월 20일, 27일, 5월 6일, 14일로 4회를 각각의 나무에 살포하였다.

2003년도 시험에서 뿐만 아니라 2004년도 시험에서도 발아 초기, 즉 새순이 어릴수록 구리피해의 정도는 심하였으며 어린 잎(순)의 경우 자가에서 황산동과 생석회로 제조된 보르도액을 살포하였을 경우 거의 모든 잎이 괴사하며 점차 잎이 자라면서 구리입자가 부착된 부위에서만 반점형태로 괴사하다가 잎이 거의 자랐을 경우에는 거의 발생하지 않았다. 반면 비료용으로 시판되는 CM150 보르도액이나 농약으로 시판되는 코사이드나 새빈나와 같은 구리제들의 경우 어린잎(순)에서도 구리피해가 거의 발생하지 않았으며 발생한 잎도 그 피해가 경미하였다.

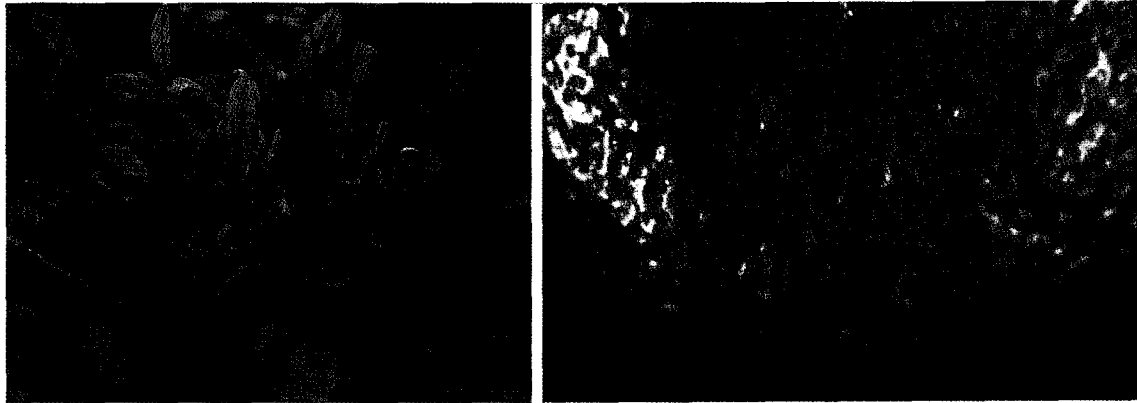


Fig. 2. Copper spray injury. A: necrosis of young shoots, B: star melanose on fruit.

Table 4. Copper spray injury on citrus leaves according to copper fungicides and spraying times in 2003 and 2004 seasons

Treatment <sup>a</sup>	% of copper injured leaf				
	April 28 <sup>b</sup>	May 9	May 16	May 21	
2003	Bordeaux(2-4)	85.4	88.9	24.7	14.8
	Bordeaux(2-4) + Paraffin oil	17.1	25.6	0.6	3.3
	Bordeaux(5-5)	97.1	87.6	55.4	15.8
	Bordeaux (5-5) + Paraffin oil	78.9	47.9	6.0	6.5
	Bordeaux CM150(5-5)	7.5	6.5	0.5	2.3
2004		April 20 <sup>b</sup>	April 27	May 6	May 14
	Bordeaux(5-5)	72	87	48	15
	Bordeaux (5-5) + Paraffin oil	3	13	2	0
	Copper hydroxide	5	0	1	0
	Copper hydroxide + Paraffin oil	2	4	0	0
	Tribasic copper sulfate + Calcite	5	0	0	0
Tribasic copper sulfate + Calcite + Paraffin oil	3	0	0	0	

<sup>a</sup>Bordeaux (2-4 and 5-5) : made by themselves in the farm with copper sulfate and lime (2, 4 and 5, 5 g/L, respectively).

Paraffin oil : 1.0% (v/v) machine oil registered for miticides.

Copper hydroxide : 0.1% "Kocide", made by Dongbu Hannong Chemical, Korea.

Calcite : 0.5% "Clefnon" made by Syngenta Korea.

Tribasic copper sulfate : "Saevinna", made by Syngenta Korea.

<sup>b</sup>Early of shooting (shoot length was about 5 mm).

(Table 4). 이러한 결과는 3년 동안의 시험에서 같은 경향이 있었으며 또한 꽃에 대한 구리피해는 발생하지 않았다. 자가에서 제조된 보르도액 살포구에서 약해가 많이 발생하는 이유는 확실치가 않다. 다만 구리제 종류에 따라 구리함량이 차이가 있지만 자가 보르도액 보다 구리 함량이 많은 구리제들에서 구리피해가 훨씬 적은 것으로 보아 이런 양적 차이에서 비롯된 것으로는 생각되지 않으며 제조 공정이나 재료 등에서 차이가 있지 않나 추측되어진다. 발아초기 가장 처음 살포된 처리구가 7일 후 살포된 처리구에서 보다 구리피해가 적은 것은 처음 살포 후 1주일 만에 새로운 순들이 계속적으로 돋아난 것으로

생각된다. 이들 결과들로부터 봄철 구리제의 사용은 발아초기를 피하여 살포하는 것이 유리하며 또한 자가에서 제조되는 보르도액은 구리피해가 상대적으로 많이 발생하고 제조하는데도 많은 노력이 들어가기 때문에 사용상에 많은 문제점이 있다고 할 수 있겠다.

**과실에서의 구리 피해.** 살포시기에 따른 과실에서의 구리피해 정도를 알아보기 위하여 5월 말부터 8월까지 매달 1~2회 구리제를 각각의 나무에 처리하였다. 구리제 살포 1일전에, 그리고 구리제 살포의 해당 시기 이외에는 약 15일 간격으로 구리피해와 증상이 매우 유사한 검은 점무늬병을 방제하기 위하여 만코지를 살포하였다. 2003

**Table 5.** Copper spray injury on citrus fruits according to copper fungicides and spraying times in 2003 season

Spraying time	Treatment <sup>a</sup>	
	Copper fungicide	% of injured fruit
22 May	Bordeaux mixture	a <sup>b</sup> 0.0 ± 0.0 z <sup>c</sup>
	Bordeaux mixture + Paraffin oil	a 0.0 ± 0.0 y
	Copper hydroxide	a 0.0 ± 0.0 y
	Tribasic copper sulfate	a 0.0 ± 0.0 z
4 and 17 June	Bordeaux mixture	a 0.0 ± 0.0 z
	Bordeaux mixture + Paraffin oil	a 1.3 ± 2.2 xy
	Copper hydroxide	a 0.8 ± 0.8 y
	Tribasic copper sulfate	a 0.0 ± 0.0 z
2 and 16 July	Bordeaux mixture	a 8.0 ± 2.1 y
	Bordeaux mixture + Paraffin oil	b 0.5 ± 0.5 y
	Copper hydroxide	a 8.0 ± 6.0 x
	Tribasic copper sulfate	ab 6.5 ± 3.8 y
1 August and 1 September	Bordeaux mixture	a 15.6 ± 2.7 x
	Bordeaux mixture + Paraffin oil	b 3.0 ± 1.7 x
	Copper hydroxide	b 2.8 ± 1.9 xy
	Tribasic copper sulfate	a 14.0 ± 3.7 x

<sup>a</sup>Sprayed with dithianon except the date which copper fungicide was sprayed.

Bordeaux mixture : 0.2% "Picher", made by Bayer CropScience, Korea. Paraffin oil : 0.1% machine oil registered for miticides.

Copper hydroxide : 0.1% "Kocide", made by Dongbu Hannong Chemical, Korea.

Tribasic copper sulfate : "Saevinna", made by Syngenta Korea.

<sup>b</sup>a, b : Comparison among copper fungicides in same spraying date. Different letters indicate significant difference ( $p < 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

<sup>c</sup>x, y, z : Comparison among spraying times in same copper fungicide. Different letters indicate significant difference ( $p < 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

년 시험의 경우 5월 22일, 6월 4일과 17일, 7월 2일과 16일, 8월 1일과 9월 1일에 시기별로 각각의 나무에 동일한 구리제를 살포하여 구리피해 발생 정도를 알아본 결과 주로 7월과 8월경에 구리피해가 가장 많이 나타나는 것으로 조사되었다(Table 5). 2004년과 2005년의 경우도 비슷한 경향이지만 2003년에 비하여 구리 피해가 상대적으로 적은 것으로 조사되었으며 그 이유는 확실치 않다. 그리고 동일한 나무에 약 20일 간격으로 5회 연속(2004년 6월 3일과 23일, 7월 16일, 8월 3일과 20일; 2005년 6월 7일과 21일, 7월 6일과 25일, 8월 16일) 동일한 구리제를 살포하였을 경우 2004년도에는 자가 제조 보르도액 5-5식을 살포한 구에서의 구리피해도가 55.3%로 가장 높았으며 2005년도의 경우도 자가 제조 보르도액 2-4식을 살포한 구에서의 구리피해도가 38.5%로 가장 높았지만

**Table 6.** Diminishment of copper spray injury by mixing with paraffin oil and copper fungicide on citrus fruits in 2004 and 2005 season

	Treatment <sup>a</sup>	Copper spray injury	
		Severity (%)	% of injured fruit
2004	Bordeaux(5-5)	55.3	77.5
	Bordeaux (5-5) + Paraffin oil	43.5	54.4
	Tribasic copper sulfate	34.4	26.6
	Tribasic copper sulfate + Paraffin oil	19.0	1.9
	Tribasic copper sulfate + Calcite	19.0	2.4
	Tribasic copper sulfate + Calcite + Paraffin oil	18.6	1.7
2005	Bordeaux(2-4)	38.5	30.0
	Bordeaux (2-4) + Paraffin oil	20.0	3.3
	Bordeaux CM150 (4-4)	22.2	13.3
	Bordeaux CM150 (4-4) + Paraffin oil	13.3	10.0
	Tribasic copper sulfate	20.0	6.7
	Tribasic copper sulfate + Paraffin oil	18.5	0
	Tribasic copper sulfate + Calcite	13.3	0
	Tribasic copper sulfate + Calcite + Paraffin oil	12.6	0

<sup>a</sup>Five application on 3 and 23 June, 16 July, 3 and 20 August and sprayed with mancozeb 1 day before copper spray.

Bordeaux : made by themselves in the farm with copper sulfate and lime (5-5: 5 and 5 g/l, 2-4 : 2 and 4 g/l, respectively).

Tribasic copper sulfate : "Saevinna", made by Syngenta Korea.

Paraffin oil : 0.67% (v/v) machine oil registered for miticides.

Calcite : 0.5% "Clefnon" made by Syngenta Korea.

Bordeaux CM150 (5-5 and 2-4) : "CM150-505" and "CM150-408", Choogang Plaza Co., Korea.

새빈나와 칼슘제인 크레프논을 혼용하여 살포한 구에서는 2.4%로써 상대적으로 그 피해가 적었다(Table 6).

**기계유유제 혼용이 구리피해 및 약효에 미치는 영향.** 쿠퍼하이드록사이드(쿠퍼 수화제)인 경우 응애 방제용 기계유유제(파라핀오일)와는 7일 이내의 근접살포를 금하고 있으며(농약사용지침서, 2005), 통상 구리제와 기계유유제는 20일에서 30일간의 살포간격을 두고 각각 사용하도록 추천되어 지고 있었다. 따라서 구리제와 기계유유제를 사용하여 봄철 더맹이병, 궤양병, 그리고 응애를 방제하고자 하는 농가의 경우 그리고 유기농이나 무농약과 같은 친환경 재배를 하는 농가에서는 약제 살포시기를 결정하는데 많은 애로사항이 있는 실정이다.

2003년부터 2005년까지 3년간 시험 결과 구리제에 기계유유제를 혼용하여 살포할 경우 구리피해가 증대되지

않고 오히려 감소됨을 알 수 있었다. 어린 잎(순)의 경우 자가 제조 보르도액을 살포하였을 경우 거의 모든 잎이 괴사하였지만 자가 제조 보르도액 2-4식에 1% 기계유유제를 혼용하여 살포하였을 경우 45.8%에서 95.8%까지 구리피해 염율이 감소함을 알 수 있었다(Table 4). 과실의 경우에도 동일한 나무에 약 20일 간격으로 5회 연속(2004년 6월 3일과 23일, 7월 16일, 8월 3일과 20일) 동일한 구리제를 살포하였을 경우 자가 제조 보르도액 5-5식을 살포한 구에서의 구리피해도는 55.3%이었지만 0.67% 기계유유제를 혼용하여 살포하였을 경우에는 구리피해도가 43.5%로 구리 피해율을 21.3% 줄일 수 있었다. 2005년도의 경우도 자가 제조 보르도액 2-4식을 0.67% 기계유유제와 혼용하여 살포한 구에서 자가 제조 보르도액 2-4식을 단용으로 살포한 구에서 보다 구리피해를 48.1% 경감시킬 수 있었다. 그리고 보르도액 이외의 구리제에 있어서도 기계유유제를 혼용하여 살포하였을 경우 구리피해가 감소함을 알 수 있었다(Table 6).

구리제와 기계유유제를 혼용하여 살포 하였을 경우 감귤 잎 표면에 부착된 구리함량을 조사한 결과 자가 제조 보르도액 5-5식에 1% 기계유유제를 혼용하여 살포하였을 경우 구리제만 살포하였을 때 보다 약 17.5% 가량 부착량이 줄어들었지만 0.25% 기계유유제를 혼용하였을 경우 거의 차이가 없었다(Table 7). 하지만 더닝이병에 대한 방제 효과에 있어서는 1% 기계유유제를 혼용하여도 그 방제 효과에 있어서는 거의 차이가 없음을 알 수 있었다(Table 8). 이는 잎이나 과실 표면에 부착된 구리 함량과 방제 효과는 항상 비례하지 않고 저농도로 여러 번 살포할수록 효과 있고(Timmer 등, 1998) 어느 일정 농도의 구리만 표면에 부착되어 있으면 그 효과는 충분히 발휘된다고 보고되고 있는데(Seisuo, 1991) 본 시험 결과에 의

**Table 7.** Content of adhesive copper on citrus leaves by spray with bordeaux

Treatment <sup>a</sup>	Adhesive content (ppm)/ 100 cm <sup>2</sup> of leaf area <sup>b</sup>	
	Ca	Cu
Bordeaux(5-5)	8.04 ± 0.31 a <sup>2</sup>	4.00 ± 0.18 a
Bordeaux (5-5) + 1% Paraffin oil	6.31 ± 1.02 b	3.30 ± 0.47 b
Bordeaux (5-5) + 0.25% Paraffin oil	8.54 ± 0.87 a	3.83 ± 0.22 a
Bordeaux(2-4)	7.03 ± 0.77 a	1.66 ± 0.21 a
Bordeaux (2-4) + 1% Paraffin oil	5.69 ± 0.32 b	1.33 ± 0.08 b

<sup>a</sup>Bordeaux : made by themselves in the farm with copper sulfate and lime(5-5: 5 and 5 g/l, 2-4 : 2 and 4 g/l, respectively).  
Paraffin oil : machine oil registered for miticides.

<sup>b</sup>Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

**Table 8.** Protective effect of copper fungicide by tank mixing with paraffin oil against citrus scab disease in 2004 and 2005 seasons

	Treatment <sup>a</sup>	% of diseased leaf <sup>b</sup>	Control value (%)
2004	Bordeaux CM150 (5-5)	21.6 ± 13.4 b	64.1
	Bordeaux CM150 (5-5) + Paraffin oil	21.3 ± 11.5 b	64.6
	Imibenconazole	10.2 ± 5.0 b	83.0
	Non-treatment	60.1 ± 7.6 a	-
2005	Bordeaux mixture	10.5 ± 7.4 b	76.5
	Bordeaux mixture + Paraffin oil	8.9 ± 4.7 b	80.1
	Dithianon	0.3 ± 0.4 a	99.3
	Non-treatment	44.7 ± 16.5 c	-

<sup>a</sup>Bordeaux (5-5) : "CM150-505" made by Choogang Plaza Co., Korea. Bordeaux mixture : 0.2% "Picher", made by Byer CropScience, Korea. Paraffin oil : 1.0% (v/v) of machine oil registered for miticides.

<sup>b</sup>Different letters indicate significant differences ( $p < 0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

해서도 현재 농가 수준에서 사용되고 있는 구리농도에 응애 방제용 기계유유제를 혼용하여도 방제 효과에는 크게 문제가 없을 것으로 판단되며 또한 기계유유제를 혼용함으로써 구리피해도 감소시키고 응애를 동시에 방제할 수 있는 장점이 있을 것으로 판단된다. 구리제와 기계유유제를 혼용 살포하여 식물체 표면에 부착된 구리의 양과 비슷한 양으로 구리제를 단용 살포하였을 경우 구리피해가 구리제 단용구에서 더 심하게 나타나기 때문에 구리제와 기계유유제를 혼용하여 살포하면 구리피해가 감소되는 작은 식물체 표면에 부착되는 구리양이 감소되기 때문 보다는 다른 기작이 관여할 것으로 생각되며 이에 대한 연구는 더 진행되어야 할 것으로 생각된다. 또한 예비 시험 결과 0.25% 동계기계유유제를 혼용하였을 경우에도 약해가 경감되는 반면 식물체 표면에 부착되는 구리의 양은 크게 줄지 않기 때문에 이에 대한 연구도 또한 더 진행되어야 할 것으로 생각된다.

## 결론

이상의 결과들로부터 감귤 과원에서 구리제 사용 방법을 일반 재배 과원과 유기농이나 무농약 재배 과원의 경우를 나누어서 설명하고자 한다.

일반 재배 과원의 경우 전년도 잎에 더닝이병 병반이 존재하여 더닝이병 발생이 우려되는 농가의 경우는 발아 초기에 더닝이병 전문약제를 살포하고 개화 직전에 2차 방제를 구리제와 기계유유제를 혼용하여 살포하며, 더닝

이병 발병이 거의 없는 과원의 경우는 발아 초기(새 잎의 크기가 1~2 cm)에 구리제와 기계유유제를 혼용 살포하면 봄철 감귤 더뎡이병과 궤양병을 초기에 방제할 수 있을 뿐만 아니라 응애까지 방제 할 수 있는 장점이 있다. 궤양병 방제용으로는 5월 말부터 7월 중순까지 2~3회 구리제를 살포해주는 것이 좋지만 과실에 구리피해의 우려가 있기 때문에 주의할 해야 한다.

또한 유기농이나 무농약 재배 농가에서는 발아 초(새 잎의 크기가 1~2 cm)부터 2주 간격으로 2회, 그리고 검은점무늬병 방제를 위하여 6월 중순부터 7월 말까지 3회 정도 살포해 주는 것이 좋을 것으로 생각되며 이때 기계유유제를 시기에 따라서 100~200배 혼용하여 살포해주면 응애, 진딧물, 각지벌레 방제에도 효과가 있을 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 2003년부터 2005년까지 감귤원에서 구리제의 효율적인 사용을 위하여 주요 감귤 병에 대한 구리제의 방제 효과, 구리피해 발생시기 및 구리제 종류 별 구리피해 정도, 그리고 기계유유제와의 혼용에 대한 효과를 구명하고자 실시하였다. 결과를 종합하면 감귤더뎡이병에 대한 방제효과는 구리제 종류에 관계없이 방제가가 약 75%, 궤양병에 대해서도 85~88%, 그리고 검은점무늬병에 대해서는 약 75~86%이었다. 구리피해는 새순이 어릴수록 발생이 심하였고 과일의 경우 고온기인 7월부터 8월까지가 가장 심하였다. 또한 구리제에 응애 방제용 기계유유제를 혼용하여 살포할 경우 방제 효과는 그대로 유지하였지만 구리피해는 상당히 감소하였으며 이들 결과들로부터 구리제와 기계유유제를 혼용하여 적기에 사용

할 경우 봄철 더뎡이병과 궤양병, 그리고 응애를 동시에 방제할 수 있으며 유기농이나 무농약 재배 과원에서도 효율적으로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- Hardy, S., Fallow, K. and Barkley, P. 2004. Using Copper Sprays to Control Diseases in Citrus. Citrus Fact Sheet of NSW Department of Primary Industries.
- Horsfall, J. G. and Harrison, A. L. 1939. Effect of Bordeaux mixture and its various elements on transpiration. *J. Agr. Res.* 58: 423-443.
- 현재욱, 이성찬, 김광식. 2002. 감귤병해의 진단과 방제. pp.14-92, 감귤병해충의 진단과 방제, 농촌진흥청 제주농업시험장, 제주감귤농업협동조합.
- 농약공업협회. 2005. 농약사용지침서.
- Michaud, J. P. and Grant, A. K. 2003. Sub-lethal effects of a copper sulfate fungicide on development and reproduction in three coccinellid. *Journal of Insect Science* 3: 1-6.
- Schutte, G. C., Beeton, K. V. and Kotze, J. M. 1997. Rind stippling on Valencia oranges by copper fungicides used for control of citrus black spot in South Africa. *Plant Dis.* 81: 851-854.
- Setsuo Serizawas. 1991. Studies on the Epidemiology of Citrus Canker and Its Chemical Control. 동경대학 박사학위논문.
- Timmer, L. W. and Zitko, S. E. 1996. Evaluation of copper fungicides and rates of metallic copper for control of melanose on grapefruit in Florida. *Plant Dis.* 80: 166-169.
- Timmer, L. W., Zitko, S. E. and Albrigo, L. G. 1998. Split applications of copper fungicides improve control of melanose on grapefruit in Florida. *Plant Dis.* 82: 983-986.
- Whiteside, J. O. 1977. Sites of action of fungicides in the control of citrus melanose. *Phytopathology* 67: 1067-1072.