

포도뿌리혹벌레(*Daktulosphaira vitifoliae*) 약제방제 효과 및 피해

김동순*, 조명래, 나승용¹, 이준호², 전홍용, 임명순, 최용문

농촌진흥청 원예연구소 원예환경과, ¹농촌진흥청 호남농업시험장, ²서울대학교 농업생명과학대학 농생명공학부

Chemical Control of Grape Phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Homoptera: Phylloxeridae) and Its Damage in Grapevine Yards

Dong-Soon Kim*, Myoung-Rae Cho, Seung-Yong Na¹, Joon-Ho Lee², Heung-Yong Jeon, Myoung-Soon Yiem and Yong-Moon Choi

Horticultural Environment Division of National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Republic of Korea

¹National Honam Agricultural Experimental Station, RDA, Iksan 570-080, Republic of Korea

²School of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National Univ., Suwon 441-744, Republic of Korea

ABSTRACT : Grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch), is a destructive grape insect pest because it forms root galls and kills the plant by directly destroying root system. The effects of insecticide treatments were examined to establish the chemical control system of phylloxera, and the damage by this insect was investigated in grapevine yards. The treatments of 40kg carbofuran 3GR per ha and carbosulfan 20WP of 10 l (1,000 ×) per tree successfully reduced phylloxera densities. After the insecticide treatments in early season, the phylloxera population rebuilt up again at harvest season. In a grapevine yard where two times of carbofuran treatment (mid-May and post-harvest treatment) were applied a year from 1998 to 2000, total yield per ha in 2000 showed an increase of 30% over that of 1998. But the yield in 2000 was low 20% compared to the average standard yield of Korean grapevine yards. In a grapevine yard without chemical treatment during the same years, total yield per ha in 2000 showed 53% reduction compared to that of 1998. Also, damaged vines by phylloxera abruptly increased from 3% in 1998 to 50% in 2000.

KEY WORDS : *Daktulosphaira vitifoliae*, Grapevine, Chemical control, Phylloxera, Carbofuran, Carbosulfan

초 록 : 포도뿌리혹벌레(*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch))는 포도나무 뿌리를 가해하는 해충으로 뿌리에 혹이 생기게 하며 그 뿌리가 곧 썩어 결국 나무를 죽게 하는 포도나무의 치명적인 해충이다. 본 연구는 포도뿌리혹벌레 약제방제 체계를 수립하고자 몇 가지 살충제의 효과를 검토하였으며 포도원에서 뿌리혹벌레 피해를 조사하였다. Carbofuran 3GR 40 kg/ha 및 carbosulfan 20WP 10 l/주(1,000 ×) 처리는 효과적으로 포도뿌리혹벌레 발생밀도를 낮출 수 있었다. 하지만 봄철 약제살포 후 포도뿌리혹벌레 발생밀도는 수확기 때 다시 증가하였다. 1998년부터 2000년까지 봄철(5월 중순)과 수확 후 carbofuran을 2회 살포한 과원에서 수량변화는 1988년 대비 2000년 30% 증가하였다. 하지만 이 수량은 전국평균포도 수량보다 20% 적었다. 약제 방제를 하지 않은 과원에서는 수량이 1998년 대비 2000년 53% 감소되었다. 또한 포도뿌리혹벌레 피해주가 1998년 3%에서 2000년 50%로 급격히 증가하였다.

검색어 : 포도뿌리혹벌레, 포도, 약제방제, 카보입제, 카보실판

*Corresponding author. E-mail: kds6409@rda.go.kr

포도뿌리혹벌레(*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch))는 포도나무 뿌리를 가해하는 해충으로 뿌리에 흑이 생기게 하며 그 뿌리가 곧 썩어 결국 나무를 죽게 하는 포도나무의 치명적인 해충이다. 포도뿌리혹벌레 발생 근원지는 북미대륙 로키산맥 중부지역으로 추정하고 있으며(Davidson and Nougaret, 1921), 포도 재배지에서는 1873년 미국 캘리포니아에서 최초로 보고되었다(Appleton, 1880). 이 후 19세기 중반 유럽으로 전파되어 유럽전역의 포도 산업을 위협하였고, 그 후 전 세계적으로 전파되어 포도나무(*Vitis vinifera* L.)의 가장 심각한 해충으로 자리 잡았다(Davidson and Nougaret, 1921). 우리나라에서는 1912-1913년 부산지방에서 처음으로 대발생이 보고된 바 있다. 그 후 1965년 온양 및 1966-1967년에는 안양, 대전, 동래, 김해, 삼랑진, 목포 등 지역에서 발생이 확인되었다(Park and Woo, 1967a). 그러나 1970년 이후 우리나라 포도원에서 포도뿌리혹벌레 피해가 문제되지 않아 우리나라는 포도뿌리혹벌레 발생 안전지대로 인식되어왔다. 하지만 1998년 천안 거봉포도 재배지에서 심한 피해가 나타났고 전국적으로 6개 지역 275.9 ha에서 발생이 확인되었다(RDA, 1998).

포도뿌리혹벌레의 근본적 방제는 저항성 대목을 이용하는 것으로 알려져 있으며, 많은 저항성 대목이 선발되어 이용되었다(Davidson and Nougaret, 1921). 하지만 1980년대 초반 미국 캘리포니아에서 그 동안 저항성 대목으로 널리 이용하였던 'Ganzin 1 (=AXR#1)' 대목에 발생하여 피해를 주는 포도뿌리혹벌레 생태형(biotype B)이 출현하였다(Granett *et al.*, 1985). 이 B 생태형은 1990년까지 캘리포니아 포도산업에 1억불 이상의 손실을 미쳤다고 보고하였다(Granett *et al.*, 1991). 따라서 포도나무의 생산성을 유지할 수 있는 약제 방제의 필요성이 대두되었다. 포도뿌리혹벌레에 살충효과를 나타내는 약제로 hexachlorocyclopentadiene이 최초로 보고되었으며(Cox *et al.*, 1960), 기타 carbon disulphide, bromopropanes, hexachlorobutadiene, propoxur, carbofuran 등이 포도뿌리혹벌레에 살충효과가 있는 것으로 알려져 있다(Rammer and Stafford, 1962; Prinz, 1964; Stevenson, 1968). Rammer (1980)와 Granett *et al.* (1986)은 포도원에서 carbofuran을 이용한 포도뿌리혹벌레 방제체계를 제시한 바 있다.

우리나라에서는 과거 포도뿌리혹벌레에 demeton S-methyl과 phosphamidon, folidal 등의 약제 효과가 검

토된 바 있으나(Park and Woo, 1967b), 그동안 포도뿌리혹벌레 피해가 심각하게 문제되지 않았기 때문에 실용화되지는 않았다. 따라서 본 연구는 몇 가지 살충제의 포도뿌리혹벌레에 대한 방제효과를 검정하고, 약제방제의 장단기 효과 및 그 가능성을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

몇 가지 살충제의 약효평가

천안시 입장면 2곳의 농가 포도원에서 약제방제 효과 실험을 실시하였다. 포도원 A (0.2 ha, 재식거리 2×3m)는 거봉 3년생으로 구성되어 있었으며 토질은 사양토였다. 포도원 B (0.4 ha, 재식거리 2×3m)는 거봉 3년생의 사질 토양이었다. 처리별 약제 및 처리 약량은 다음과 같았다: 1) carbofuran 3GR, 26 g/주(1.2 kg a.i./ha), 2) carbofuran 3GR, 52 g/주(2.4 kg a.i./ha), 3) imidacloprid 2GR, 20 g/주(0.6 kg a.i./ha), 4) carbosulfan 20WP, 10 //주(1,000배액), 5) carbosulfan 20 WP, 10 //주(1,000배액)+metalaxyl 25WP, 10 //주(1,000배액) 6) demeton S-methyl 25EC, 10 //주(1,000배액), 7) phosphamidon 50SL, 10 //주(1,000배액), 8) 무처리 등을 두었다. 처리 당 포도나무 1주를 1반복씩 총 3반복으로 위 두 포도원에서 각각 실시하였다.

수확제의 경우는 관주 처리하였고, 입제는 포도나무 뿌리근처에 살포한 후 토양을 긁어주고 물 3-5 l를 관수하였다. 약제는 1998년 5월 27일 처리하였으며 약효는 6월 9일 처리별 포도나무 뿌리 약 3-5 g을 채취하여 조사하였다. 뿌리에 붙어있는 포도뿌리혹벌레는 다음과 같이 분리하였다: 시료를 2 l 플라스틱 용기에 넣고 세찬 물로 씻는다, 15초 지난 후 흙탕물을 2 mm 체와 200메쉬 체(75 μm)를 겹쳐 놓고 거른다, 200메쉬 체에 걸린 토양을 50 cc 원심분리 튜브에 40 cc 정도 되도록 담고, 튜브에 카울린을 시약스푼 하나 정도 첨가하여 잘 흔들어 준다, 원심분리기에서 3,000 rpm으로 3분간 돌린다, 카울린으로 분리된 상등액은 버리고 튜브에 설탕물을 30 cc 되도록 붓고 세차게 흔들어 섞는다(설탕물 비중 1.18), 원심분리기에서 3,000 rpm으로 1분간 돌린다, 상등액을 200메쉬 체로 걸러서 포도뿌리혹벌레를 분리한다. 포도뿌리혹벌레는 토양 내에서 불균일하게 분포하므로 발생밀도를 추정하기가 매우 어려운 것으로 알려져 있다(Granett *et al.*, 1986).

따라서 약제처리 전 밀도 대비 약제처리 후 밀도의 비를 나타내는 생충율 대신 생존율을 계산하여 약효를 평가하는 지표로 사용하였다. 즉 분리한 포도뿌리혹벌레 중 생충수와 사충수를 해부현미경 하에서 구분하여 기록하였다(성충 및 약충). 죽어 있는 포도뿌리혹벌레는 검게 변색되어 있었기 때문에 이 방법으로 생사여부를 판단하였다. 생존율은 $[\text{생충수}/(\text{생충수} + \text{사충수})] \times 100$ 로 계산하였다. 또한 방제가는 $[(\text{무처리 평균 생존율}-\text{처리구 평균 생존율})/\text{무처리 평균 생존율}] \times 100$ 으로 계산하였다. 통계분석을 위하여 생존율 자료는 $\arcsin\sqrt{x}$ 로 변환시킨 후 SAS PROC ANOVA를 이용하였고 평균간 비교는 Tukey 검정을 실시하였다(SAS Institute, 1999).

약제처리한 포도나무에서 밀도변화

포도원 A에서 각 처리별 포도뿌리혹벌레 밀도를 조사하였다(1998년 5월 27일, 6월 9일, 6월 17일, 7월 21일, 9월 1일). 6월 13일 모든 처리구에 carbofuran 3GR를 주당 52 g (2.4 kg a.i./ha) 약량으로 살포하였으며, 6월 17일에는 5월 27일 약제처리와 동일한 약제와 약량으로 각 처리별 처리하였다. 밀도조사는 약효평가와 동일한 방법으로 실시하였으며, 뿌리 2g 당 발생 마리수로 환산하여 처리별 발생밀도 변화를 비교하였다.

포도뿌리혹벌레 약제방제가 포도수량 및 피해에 미치는 영향 조사

1998년부터 2000년까지 포도원 A, B에서 전체포도 수확량을 조사하였다. 1998년에는 약효실험에 이용된 나무를 제외한 나무들에 달린 전체 포도송이 무게(생

체중 kg)를 조사하였으며 1999년과 2000년에는 1998년 약효실험에 이용된 나무를 포함하여 전체를 조사하였다. 포도원 A에서는 1998년 6월 13일 carbofuran 3GR를 2.4 a.i./ha 약량으로 살포하였고 수확 후에 1.2 kg a.i./ha을 추가 살포하였다. 1999과 2000년에는 5월 중순과 수확 후 각각 carbofuran 3GR를 1.2 kg a.i./ha 약량으로 살포하였다. 포도원 B에서는 1998-2000년까지 1998년 6월 4일 carbofuran 3GR를 1.2 kg a.i./ha 살포 외에는 그 후 약제를 살포하지 않았다. 조사된 총 수확량은 ha 당 수량으로 환산하여 비교하였다.

포도뿌리혹벌레 피해주의 분포변화는 포도원 B에서 1998년부터 2000년까지 조사하였다. 포도원 B는 재식거리 2×3 m로 50주를 일렬로 총 700주가 재식되어 있었다. 포도뿌리혹벌레가 발생하면 뿌리가 썩기 때문에 신초(새줄기) 생장이 불량해진다. 따라서 건전한 나무 대비 약 30% 정도 신초생장이 불량한 나무를 피해주로 간주하였다.

계절초기 포도뿌리혹벌레 연령분포 조사

1999년 2월부터 6월까지 포도원 B에서 조사하였으며(2월 27일, 3월 23일, 4월 15일, 5월 14일, 6월 8일), 포도뿌리혹벌레 분리는 약효평가 실험과 동일한 방법으로 하였고, 알, 약충, 성충을 구분하여 조사하였다.

결 과

두 포도원 모두 약제처리로 포도뿌리혹벌레 방제효과가 인정되었다(Table 1) (포도원 A: df = 7, 16; F = 42.27, P = 0.0001, 포도원 B: df = 7, 16; F = 9.02, P =

Table 1. Control efficacy of insecticides treated against *D. vitifoliae* in grapevine yards

Treatment	Application rate per tree	A vineyard		B vineyard	
		Percent of <i>D. vitifoliae</i> survived (PS) ^a	Relative control efficacy (%) ^b	Percent of <i>D. vitifoliae</i> survived (PS) ^a	Relative control efficacy (%) ^b
Carbofuran 3GR	26 g	14.0a	83.0	8.4a	87.5
Carbofuran 3GR	52 g	4.2a	95.1	5.3a	92.1
Imidacloprid 2GR	20 g	12.8a	84.6	31.6ab	52.9
Carbosulfan 20WP	10 l (1,000 ×)	9.9a	88.1	11.8a	82.5
Carbosulfan 20WP + Metalaxyl 25WP	10 l (1,000 ×)	13.3a	85.6	7.1a	89.5
Demeton S-methyl 25EC	10 l (1,000 ×)	34.7b	58.0	28.7ab	57.2
Phosphamidon 50SL	10 l (1,000 ×)	38.9b	52.9	17.7a	73.7
Control	-	82.6c	-	67.1b	-

Means within a column followed by the same letter are not significantly different by Tukey's Studentized Range Test (P = 0.05).

Grapevine yards located at Ipjang-myeon (Chonan city): A, Choi's vineyard and B, Lee's vineyard.

^a (No. of *D. vitifoliae* survived / Total no. of *D. vitifoliae*) × 100.

^b [(PS of control-PS of treatment) / PS of control] × 100.

0.0002). 포도원 A에서는 demeton S-methyl과 phosphamidon 보다 carbosulfan, imidacloprid, carbofuran의 방제효과가 더 좋았고, 포도원 B에서는 carbofuran, carbosulfan, phosphamidon이 다른 약제들 보다 방제효과가 좋았다. Imidacloprid는 포도원 A에서는 방제효

과가 높았으나 포도원 B에서는 무처리와 차이가 없었다. carbofuran 배량(52 g/주) 살포는 기준량(26 g/주)과 두 포도원 모두 통계적 차이가 없었다. 두 포도원 모두 80% 이상 방제가를 보인 약제는 carbofuran과 carbosulfan 이었고, demeton S-methyl과 phosphamidon은 80% 이하의 방제가를 나타냈다.

약제를 집중적으로 살포한 포도원 A에서 수확기까지 포도뿌리혹벌레 발생밀도 변화는 Fig. 1과 같았다. 약제처리 직후 발생밀도가 감소되어 유지되다가 수확기 무렵에 대부분의 처리구에서 증가하였다. carbofuran 52 g/주 3회 처리구(5/27, 6/13, 6/17)에서도 초기 밀도(5월 27일)보다 수확기에 약 6배 증가하였다.

두 포도원에서 1998년부터 2000년까지 ha 당 포도수량 변화는 Table 2와 같다. 매년 포도뿌리혹벌레 방제를 실시한 포도원 A의 경우 1998년 대비 2000년까지 포도 수량이 서서히 증가하였다. 방제를 소홀히 한 포도원 B에서는 수량이 1998년 대비 2000년까지 급격히 감소하였다. 즉 포도원 A에서는 1998년 대비 2000년 수량이 30% 증가하였으나 포도원 B에서는 53% 감소하였다.

포도원 B에서 1998년부터 2000년까지 포도뿌리혹벌레 피해로 건전주 대비 30% 이상 신초 생장이 불량

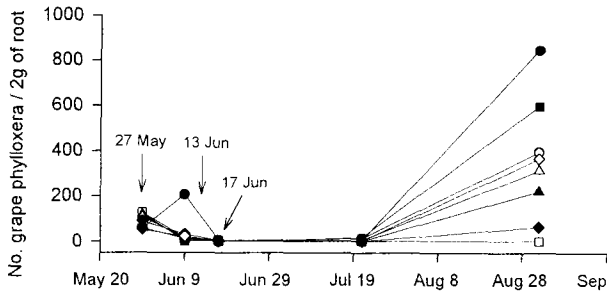


Fig. 1. Density changes of *D. vitifoliae* on grapevine root treated with insecticides (A vineyard). All the plots were received 52 g of carbofuran 3GR per vine on Jun 13. Insecticide application rates per vine on May 27 and June 17 in 1998 were as follows: ○-○, Carbofuran 3GR 26 g (1.2 kg a.i./ha); ■-■ Carbofuran 3GR 52 g (2.4 kg a.i./ha); □-□, Imidacloprid 2GR 20 g (0.6 kg a.i./ha); ▲-▲, Carbosulfan 20WP 10 l (1,000 ×); △-△, Carbosulfan 20WP+Metalaxyl 25WP 10 l (1,000 ×); ◆-◆, Demeton S-methyl 25EC 10 l (1,000 ×); ◇-◇, Phosphamidon 50SL 10 l (1,000 ×); ●-●, Non-treatment. Arrows on figure indicate the date of insecticide treatment.

Table 2. Scheme of carbofuran treatment and its effects on fruit yield in the test grapevine yards

Vineyard ^a	Carbofuran 3GR treatment (kg/ha)						Yield (ton/ha)		
	1998		1999		2000		1998	1999	2000
	June	Postharvest	Mid-May	Postharvest	Mid-May	Postharvest			
A Vineyard	80	40	40	40	40	40	1.2	1.5	1.6
B Vineyard	40	0	0	0	0	0	1.7	1.5	0.8

^a Grapevine yards located at Ipjang-myeon (Chonan city).

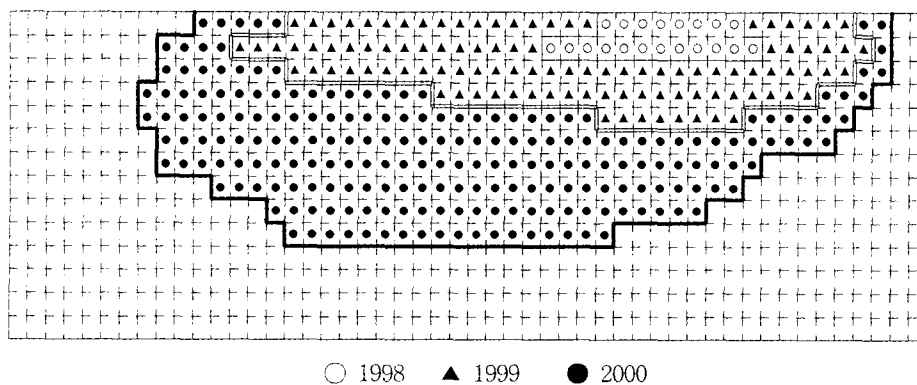


Fig. 2. Spread of damaged grapevines by *D. vitifoliae* from 1998 to 2000 in grapevine yard B. Open circles, solid triangles, and solid circles indicate damaged grapevines observed in each year during 1998-2000. The grapevines were planted by 2 × 3 m spacing.

한 포도나무(피해주)의 과원내 분포 변화는 Fig. 2와 같다. 포도뿌리혹벌레 피해주는 연도별 급격히 증가하였다. 1998년에는 약 3%의 나무에서 피해가 나타났으며 3년 후인 2000년에는 약 50%의 나무에서 피해가 나타났다.

포도원에서 월동기부터 6월까지 포도뿌리혹벌레 연령구조를 조사한 결과 2월 하순에 알 25%, 약충 75%이었다. 이 연령구조는 3-4월까지 큰 변동이 없었으며 5월 중순에는 알 6%, 약충 94%로 약충의 비중이 증가하였다. 6월 상순경에는 알 10%, 약충 35%, 성충 55%로 나타났다.

고 찰

포도뿌리혹벌레는 과원내 포도나무 간 뿐만 아니라 같은 포도나무 뿌리에서도 심한 불균일 분포를 하기 때문에 살충제 처리효과 결과를 해석하는 데 많은 어려움이 있는 것으로 알려져 있다(Coombe, 1963; Stevenson, 1968; Rammer, 1980; Granett et al., 1986). 이와 같이 약제반응이 뚜렷이 나타나지 않는 것은 포도뿌리혹벌레의 높은 증식력과 낮은 발생밀도에서도 포도나무가 피해를 받을 수 있기 때문으로 간주된다(Granett et al., 1986). 따라서 본 연구에서 몇 가지 살충제의 약효는 약제 처리 후 단기간내에 조사된 생존율 지표를 이용하여 평가하였으며, 연간 포도수량 및 피해주 변동 자료를 이용하여 약제방제의 중장기적 효과를 검토하였다.

포도뿌리혹벌레 가해시 그 상처로 토양의 부생균이 쉽게 침입하여 뿌리를 썩게 하는 것으로 알려져 있다(Davidson and Nougaret, 1921). 이를 방지하고자 Carbosulfan과 metalaxyl 혼용처리를 하였으나, 본 실험에서 그 효과를 평가하기는 어려웠다. 또한 imidacloprid는 한 포장에서는 방제효과가 인정되었으나 또 다른 포장에서는 방제효과가 낮아 정확한 약효를 평가하기 어려웠다. 이 원인을 정확히 판단할 수는 없으나 포도뿌리혹벌레에 대한 살충제 효과는 토양 특성, 강우(관수), 기타 토양 pH 등에 따라서 달라질 수 있기 때문으로 생각된다(Rammer, 1980). Rammer (1980)와 Granett et al. (1986)가 보고한 바와 같이 본 실험에서도 carbofuran과 그 유사물(carbosulfan)이 일관된 좋은 약효를 나타냈다.

살충제를 처리한 포도나무 뿌리에서 포도뿌리혹벌

레 발생밀도 변화 경향은 각 약제의 약효 정도(Table 1)와는 일치하지 않았다(Fig. 1). 수확기 조사에서 대부분 처리구의 발생밀도는 5월 보다 증가하였다. Imidacloprid와 demeton S-methyl 처리구에서 수확기까지 발생밀도가 낮게 유지된 것이 이들 약제의 지속적인 방제효과를 의미하지는 않는다. 포도뿌리혹벌레 발생밀도는 피해를 심하게 받은 나무의 경우 뿌리가 썩어 없어지기 때문에 오히려 낮아지고, 이런 나무와 인접한 뿌리가 존재하는 건전한 나무에서 오히려 높은 경향을 보이는 것으로 알려져 있다(Granett and Timper, 1987). 본 결과에서 약제 처리한 각 포도나무의 뿌리 성장량 및 나무 세력(樹勢)에 대한 정량적인 자료를 제시하지는 못하였으나, 수확기 발생밀도가 높은 나무에서는 가을철 새로운 뿌리가 다시 자라 나온 상태였고 발생밀도가 낮은 나무는 새로 나온 뿌리가 거의 없는 상태였다(personal obserbation). 즉 봄철 약제처리와는 독립적으로 가을철 뿌리 발생정도에 따라 토양 또는 일부 뿌리에 잔류하고 있던 포도뿌리혹벌레 개체군이 증식된 것으로 해석된다. 이와 같이 잔존하는 포도뿌리혹벌레 개체군의 급속한 밀도회복 능력은 약제의 과실잔류 위험성 때문에 연속적인 약제처리가 불가능하다는 점과 맞물려 약제방제의 한계를 나타내는 것이라 생각된다(Rammer, 1980; Granett and Timper, 1987).

약제방제의 한계는 있으나 장기적으로 약제를 처리한 과원과 약제를 처리하지 않는 과원의 수량변화는 큰 차이를 보였다. 1998년부터 2000년까지 꾸준히 약제를 처리한 포도원A의 2000년 수량은 전국 포도표준수량(RDA, 2002) 대비 20% 감소된 수량을 보였으나 1998년보다는 증가하였다(Table 2). 반면, 약제 방제를 소홀히 한 경우는 포도뿌리혹벌레 피해로 수량이 심하게 감소되고 피해나무 수가 급속히 증가하였다(Table 2, Fig. 2). 포도뿌리혹벌레가 다발생하는 미국 캘리포니아 지역에서 방제를 하지 않는 경우 연 2-4배의 비율로 발생면적이 증가하는 것으로 보고되었다(Wildman et al., 1983; Granett and Timper, 1987). 방제를 소홀히 한 포도원B에서는 피해주 수가 연 약 4배씩 증가하였으며(Fig. 2), 2001년에는 약 10%의 나무가 고사하였다(personal observation). 즉 약제방제의 한계는 있으나 포도뿌리혹벌레의 치명적인 피해를 방지하여 포도나무의 생산성을 유지시킬 수는 있을 것으로 판단된다. 물론 본 결과를 바탕으로 지속적인 약제방제를 주장하는 것은 아니다. 다만, 현재 우리나라

포도원은 대부분 삼목묘를 재배하고 있기 때문에 저항성 대목으로 전환할 때까지 포도나무의 생산력을 유지하기 위하여 약제방제를 한시적으로 실시할 수 있다는 점이다. 현재 우리나라 주요 포도재배지역에서는 포도뿌리혹벌레 저항성 대목 보급을 위한 대목사업이 활발히 이루어지고 있다(Chonan and Okchon Agriculture Technology Center, personal communication).

Carbofuran의 약효는 포도뿌리혹벌레 알과 성충보다는 어린 약충에 높기 때문에 어린 약충으로 월동에 들어가는 수확 후와 그 월동약충이 활동을 시작하는 봄철에 적기 약제방제를 권고하고 있다(Granett *et al.*, 1986). 우리나라 포도원에서 월동기부터 6월까지 포도뿌리혹벌레 연령구조를 조사한 결과 월동하는 발육단계는 알과 약충(알 25%, 약충 75%)이었다. 다른 나라에서 어린 약충으로 월동한다는 보고와는 차이가 있었다(Davidson and Nougaret, 1921). 5월 중순에는 연령구조가 변화되어 약충 비율 높아졌으며 6월 상순경에는 새로운 성충이 출현하면서 알이 나타나기 시작하였다. 따라서 봄철 방제적기는 약충이 많이 존재하는 5월 중순경으로 판단된다.

포도뿌리혹벌레의 발생 및 피해정도는 토양의 특성이 크게 좌우하는 것으로 알려져 왔으나(Davidson and Nougaret, 1921; Nougaret and Lapham, 1928), 최근 들어 토양온도 등과 같은 기상요인의 중요성이 대두되고 있다(Granett and Timper, 1987; Turley *et al.*, 1996). 우리나라에서 피해가 가장 심한 천안지역의 경우 입장면 일부지역을 중심으로 다발생하는 특성을 보이고 있다(Park, M.K, personal communication). 다발생 원인에 대한 토양조건 및 기후생물학적 검토가 필요하다. 또한 포도뿌리혹벌레의 생물적 특성은 지역에 따라 다르고 저항성 대목에 발생되어 피해를 주는 생태형이 출현하고 있으므로(Granett *et al.*, 1985; Granett and Timper, 1987; Song and Granett, 1990), 우리나라 포도뿌리혹벌레 개체군의 생물적 특성을 구명하고 이를 바탕으로 생태형 출현에 대한 관찰을 계속해 나가야할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 원예연구소 시험연구사업 '중부지역 과수해충 종류 및 실태조사(1998-2000)'의

일부 결과임. 시험을 할 수 있도록 포도원을 제공하여 주신 최병하, 이재학 님께 감사드리며, 시험 수행 중 여러 편의를 제공하여 주신 천안시 농업기술센터 직원 여러분들께도 깊은 감사를 드립니다. 또한 밤새워 포도뿌리혹벌레를 분리하여 주신 서울대학교 곤충생태실 학생들에게도 감사드립니다.

「본 논문을 세밀하게 심사하여 주신 세분 심사자님께 깊은 감사를 드립니다.」

Literature Cited

- Appleton, H. 1880. The phylloxera-vastatrix and its ravages Sonoma Valley. 2nd ed., 111pp. Annual Report of the Board of Stage Viticultural Commissioners, Calif.
- Coombe, B.G. 1963. Phylloxera and its relation to South Australian viticulture. Dep. Agric. South Aust. Tech. Bull. 31.
- Cox, J.A., Van Geluwe and D. Lawatsch. 1960. Hexachlorocyclopentadiene, a promising new insecticide for the control of the root form of the grape phylloxera. J. Econ. Entomol. 53: 788~791.
- Davidson, W.M. and R.L. Nougaret. 1921. The grape phylloxera in California. U.S. Dep. Agric. Bull. 903: 1~128.
- Granett, J., P. Timper and L.A. Lider. 1985. Grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) (Homoptera: Phylloxeridae) biotypes in California. J. Econ. Entomol. 78: 1463~1467.
- Granett, J., P. Timper and J. White. 1986. Grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Homoptera: Phylloxeridae), susceptibility to carbofuran: stage and clonal variability. J. Econ. Entomol. 79: 1096~1099.
- Granett, J. and P. Timper. 1987. Demography of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Homoptera: Phylloxeridae), at different temperature. J. Econ. Entomol. 80: 327~329.
- Granett, J., J.A. DeBenedictis, J.A. Wolpert, E. Weber and A.C. Goheen. 1991. Deadly insect pest poses increased risk to north coast vineyards. Calif. Agric. 45: 30~32.
- Naugaret, R.L. and M.H. Lapham. 1928. A study of phylloxera infestation in California as related to types of soils. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 20: 1~38.
- Park, J.S. and S.H. Woo. 1967a. Studies on life history of phylloxera. Research Report of Plant Environment Research Institute 6: 137~152.
- Park, J.S. and S.H. Woo. 1967b. Chemical control effects against phylloxera. Research Report of Plant Environment Research Institute 6: 153~180.
- Prinz, J. 1964. Wurzelechter weinbau mit hexachlobutadien. Weinberg Keller 11: 19~24.
- Rammer, I.A. and E.M. Stafford. 1962. The vapor toxicity of certain bromopropanes on the grape phylloxera under controlled laboratory conditions. J. Econ. Entomol. 55: 203~211.
- Rammer, I.A. 1980. Field studies with carbofuran for control of the root form of the grape phylloxera. J. Econ. Entomol. 73: 327~331.
- RDA (Rural Development Administration). 1998. Report for pests forecasting and their management in agricultural crops. 456pp. RDA, Suwon.
- RDA. 2002. Income analysis of agricultural products and live-stocks. Research Report for Farm Management. <http://www2.rda.go.kr/stdincom>, RDA, Suwon.
- SAS Institute. 1999. SAS OnlineDoc®. Version 8 ed., SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Song, G.-C. and J. Granett. 1990. Grape phylloxera (Homoptera:

- Phylloxeridae) biotypes in France. *J. Econ. Entomol.* 83: 489~493.
- Stevenson. A.B. 1968. Soil treatment with insecticides to control the root form of the grape phylloxera. *J. Econ. Entomol.* 61: 1168~1171.
- Turley, M., J. Granett, A.D. Omer and J.A. Ee Benedictis. 1996. *Grape phylloxera* (Homoptera: Phylloxeridae) temperature threshold for establishment of feeding sites and degree-day calculations. *Environ. Entomol.* 25: 842~847.
- Wildman, W.E., R.T. Nagaoka and L.A. Lider. 1983. Monitoring spread of grape phylloxera by color infrared aerial photography and ground investigation. *Am. J. Enol. Vitic.* 34: 83~94.

(Received for publication 29 April 2002;
accepted 13 June 2002)