

스프링클러시스템을 이용한 밤나무혹벌 방제에 관한 연구

정상배*
상지대학교 산림과학과

Use of Sprinkler System for Control of *Dryocosmus kuriphilus* on Chestnut Orchards

Sang-Bae Chung*
Dept. of Forest Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea

Abstract - In order to prevent chestnut from damaged by the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, a sprinkler system was installed on the chestnut orchard. Such a test was conducted at Sanchung-gun, Kyeongnam province, Korea in 2003 and 2004. Insecticide of carbaryl 50% WP, x1,500 was sprayed at every day and two-day intervals during the period of *D. kuriphilus* adult occurrence by sprinkler system. The chestnut gall wasps generally emerged for about 35 days from the middle June to the middle July, and peak emergence was 5 days of early July. Crown application of carbaryl by sprinkler system was found to be highly effective for control of the chestnut gall wasp. Gall formation rate of chestnut were 3.0 and 12.8% on average with crown insecticide spraying at every day and two-day intervals, while 82.9% when not treated. Control effectiveness of this insecticide spraying was 96.4% and 84.6%, respectively.

Key words : Chestnut gall wasp, Insecticide, Carbaryl, Peak emergence

서 언

1960년대 이후 우리나라에서 재배되고 있는 밤나무(*Castanea crenata*)는 대부분 일본으로부터의 도입종이며, 밤나무혹벌(*Dryocosmus kuriphilus*)에 대한 내충성 품종으로 별 문제없이 전국적으로 재배되어 왔다. 그러나 2000년을 전후로 최근 몇 년 사이에 경남 산청을 중심으로 남부지방의 대부분 지역에서 내충성밤나무에 밤나무혹벌의 피해가 대발생하여 밤의 생산량감소는 물론 품질저하와 수목의 고사 등 밤나무에 치명적인 피해를 주고 있으며, 그 피해는 급속도로 기타지역으로 확산되고 있어 현재 남부지방은 전 지역에서 초비상상태에 있다(Chung *et al.*, 2005). 현재까지 밤나무혹벌의 피해에 대한 확실한 방제법은 없으며, 본 해충의 피해를 받으면 피해목을 제거하고 내충성밤나무로 대체하는 것이 유일한 방법으로 알려지고 있으나 현재로는 대체할 품종이 없다. 따라서 이에 대한 새로운 방제기술의 개발이 시급하고도 절실히 요구되고 있는 실정이다.

밤나무혹벌의 효과적인 방제에 관한 연구결과는 아직 발표된바 없다. 방제법을 구명하기 위한 기초연구로 조와 이(1963)의 피해조사, 田村(1961)의 성충우화소장의 지역적인 차이 등에 대한 생태조사가 있으며, 방제연구로는 前田과 佐藤(1978)의 저항성품종에 대한 연구

가, 안 등(1984)의 전정, 시비, 간벌 등에 의한 임업적 방제연구가 있으며, 기타 화학적인 방제연구가 수행되었으나 실효를 거두지 못하였으며, 최근에는 김(1998,1999)과 김(2003)에 의하여 밤나무혹벌의 생물적 방제수단으로서 기생성 천적에 대한 연구결과가 발표되었으나 빠른 속도로 확산되는 밤나무혹벌의 피해를 저지하기에는 현실적으로 어려운 실정에 있다.

Sprinkler system을 이용한 해충방제연구는 Chung *et al.*(1994)에 의하여 최초로 시도된 것으로서, 그는 소나무림내에 분수장치를 고정설치하고 솔잎혹파리의 우화기간동안 살수에 의하여 성충의 생식활동을 방해함으로써 피해를 방제하는데 상당한 효과가 있었음을 발표하였으며, 그 후 저농도의 지면약제살포에 의한 솔잎혹파리의 효과적인 방제법을 개발하여 보고하였으며(1998), 최근에는 복숭아명나방(*Dichocrosis punctiferalis*)과 밤바구미(*Curculio sikkimensis*) 등 밤종실해충을 비롯하여 잣나무(*Pinus koraiensis*) 채종원의 중요한 구과해충인 솔알락명나방(*Dioryctria abietella*) 및 백송에기잎말이 나방(*Gravata marga rotana*)의 방제에 본 시스템을 적용하여 탁월한 방제효과가 있음을 발표하였다(2005, 2006).

본 연구는 밤나무 수관상부에 분수장치를 이용한 스프링클러를 고정 설치하고, 성충의 우화 및 산란시기에 적정농도의 약제를 적기에 살

*교신저자(E-mail) : sbchhung@hanmail.net

포함으로써 밤나무혹벌의 피해를 효과적으로 방제할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

시험지 개황

시험지는 경남 산청군 신안면 갈전리 산 84번지에 위치한 해발 200 m, 재배면적 6.2ha, 수고 3~6m, 수령 15년생의 밤나무(단택, 은기, 축파)림으로서 시험실시전인 2003년도 및 2004년도 춘기의 밤나무혹벌 평균 충영형성율은 91.2%의 극심한 피해를 받았으며 품종별로는 차이가 없었다. 본 밤나무림은 수년전부터 복숭아명나방과 밤바구미의 피해를 방제하기 위하여 매년 항공방제 2회 및 자력방제 2회를 포함하여 4회의 약제살포가 실시되고 있다. 밤나무혹벌의 피해는 1999년도부터 나타나기 시작하였으며, 2002~2003년에는 그 피해가 급속도로 증가하여 밤의 생산량이 급감하고 품질이 저하되었으며 고사목이 상당수 발생하였으나 본 해충에 대한 별도의 방제는 실시하지 않았다.

시험방법

총재배면적중 표준지 1.5ha를 시험지로 선정하고 처리당 0.5ha의 시험구를 설정하였으며, 처리별로 시험구내의 밤나무혹벌 피해목 전체를 대상으로 수관상부 1m 높이에 분수장치에 의한 스프링클러를 1개씩 고정설치(정, 2006)하고, 이 장치를 이용하여 밤나무혹벌의 우화시기(Table 1)인 6월 15일부터 7월 17일까지 1개월 동안 1일 및 2일간격으로 1회씩 약제를 살포하였다. 공시약제는 벌목(Hymenoptera)에 비교적 독성이 강한 Carbamate계 농약인 carbaryl 50% WP 1,500배액을 공시하였으며, 살포시각은 살충효과를 최대한 높이기 위하여 성충의 생활동행이 가장 활발한 시간인 오후 2시경으로, 1회당 살포약량은 ha당 800 l, 살포시간은 약 30초간씩 일률적으로 처리하였다. 방제효

Table 1. Seasonal occurrence of Chestnut gall wasp adults at Sanchung in 2003 and 2004

Year	Period of adult emergence	Peak
2003	6.12-7.17	7.1-7.5
2004	6.10-7.15	7.2-7.7

과는 시험실시 당년도 및 익년도에 출현하는 처리별 충영형성율을 가지고 무처리구와 비교하였다.

농약의 희석 등 시험에 필요한 급수는 밤나무재배를 위하여 시험림 내에 기 설치된 급수장치를 사용하고, 스프링클러장치의 가동을 위한 전원은 주위의 농업용 전기시설을 이용하였다.

결과 및 고찰

밤나무혹벌 우화소장

시험림에 대한 2개년간의 밤나무혹벌의 우화소장 조사결과를 Table 1과 같다. 즉, 2003년과 2004년의 성충우화기간은 각각 6.12~7.17 및 6.10~7.15일로 약 35일간이었으며, 우화최성기간은 7.1~7.5일 및 7.2~7.7일의 약 5일간으로 우화기간 및 우화최성기간에는 년도별 차이는 거의 나타나지 않았다. 그러나 이 지역에서 보인 내충성품종에서의 성충우화시기는 2004년도의 경기도 여주지역에서 발생한 밤나무혹벌의 우화시기(6.21~7.28)와 비교하여 약 10일정도 빠른 것으로서, 급후 효과적인 방제를 위하여 본 층에 대한 정확한 지역별 우화소장조사가 실시되어야 할 것으로 사료된다. 김(2003)은 경남 하동을 포함한 남부지방 3개 지역의 내충성밤나무와 강원도 춘천지역의 재래종밤나무로부터 밤나무혹벌의 충영을 채집, 실내사육을 통한 조사결과 우화시기는 6월 중순부터 7월 중순까지이며 우화종료시기는 남부지방이 춘천지방보다 약 5일정도 빠르다고 하였고, 박 등

Table 2. Analysis of droplet size and density of insecticides applicated by sprinkler system (Sanchung, 2003)

Droplet size (micron)	Insecticides analysis by distance from the stem per tree					
	0-200cm		201-350cm		351-450cm	
	No. droplet per cm ²	% of total no.	No. droplet per cm ²	% of total no.	No. droplet per cm ²	% of total no.
300 below	1	4	2	6	4	11
301-500	2	8	1	3	5	14
501-700	4	16	3	9	7	19
701-900	3	12	5	16	5	14
901-1100	6	24	6	19	6	17
1001-1300	3	12	8	25	4	11
1301-1500	4	16	4	13	2	6
1501 more	2	8	3	9	3	8
Total *	25	100	32	100	36	100

* Total number of droplets per square centimetre of insecticides sprayed in paper.

* Solution was applied at rate of 2.6 litters per minute with carbaryl 50% WP x1,500.

Table 3. Comparison of gall formation (%) and control effects of Chestnut gall wasp on each application intervals of carbaryl 50% WP in 2004

Interval applicated	Crown level	Gall formation (%)		Control value*
		Mean	SE	
One day (×1,500)	Upper	2.3a	0.33	96.4
	Mid	3.1a	0.40	
	Lower	3.6a	0.73	
	Average	3.0A		
Two day (×1,500)	Upper	10.7a	1.03	84.6
	Mid	13.8a	1.59	
	Lower	13.9a	0.98	
	Average	12.8B		
Untreated	Upper	84.6a	7.28	-
	Mid	79.7a	9.41	
	Lower	84.4a	11.32	
	Average	82.9C		

· Significant at 5% level among the average gall formation including untreated by Duncan's multiple range test.

* a-b/a x 100 a: percentage of gall formation of untreated b: percentage of gall formation of treatment.

(1981)도 내충성밤나무에 기생하는 밤나무혹벌은 재래종의 것보다 우회최성기가 빠르다고 하여는바, 본 조사에서의 결과는 이들의 발표 내용과 거의 유사한 경향임을 알 수 있다.

약제살포량 분석

Sprinkler system을 이용하여 실시한 carbaryl 50% WP 1,500 배액에 대한 약제살포후에 지표면의 check paper에 나타난 살포입자를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 본 system은 밤나무혹벌의 방제를 위한 약제살포에 아주 이상적이었다. 즉, 수관상부에 고정 설치한 본당 1개의 스프링클러는 수관전체에 대한 약제살포가 가능하였으며, 1회 살포시에 스프링클러시스템 30~60초를 가동함으로써 약 0.5ha(약 100본)의 밤나무림에 대한 약제살포가 동시에 이루어 질수 있는 것으로 분석되었다.

복숭아평나방 및 밤바구미 등 밤종실해충에 대한 현행의 방제법은 대부분 1~2회의 항공살포에 의존하고 있으나 이들 해충은 산란활동 기간이 7~9월까지 장기간에 걸쳐 계속되는 생태적인 특성으로 인하여 방제효과는 거의 기대에 미치지 못하고 있으며, 특히 대면적에 대한 적정시기의 약제살포가 불가능하기 때문에 엄청난 경제적인 손실을 받고 있는 실정이다 (Chung *et al.*, 2005). 따라서 본 방제시스템의 개발 및 활용은 이러한 문제점을 해결하는데 아주 효과적인 것으로 사료된다.

밤나무혹벌 방제효과

스프링클러시스템을 이용, 밤나무혹벌의 우화 및 산란시기에 Carbaryl 50% WP 1,500배액 수관살포는 밤나무혹벌에 탁월한 방제

효과가 있는 것으로 분석되었다(Table 3). 즉, 매일살포구와 2일간격 살포구의 평균충영형성율은 각각 3.0%와 12.8%로서 이들 2개의 약제처리구는 무처리구의 평균충영형성율 82.9%와 비교하여 각각 96.4% 및 84.6%의 높은 방제효과가 인정되었으며, 개체목의 수관부 위별로는 처리간에 차이가 나타나지 않았다. 이와 같은 결과에 대하여, 물론 이론적으로는 밤나무혹벌의 피해를 방제하기 위하여 과다한 약제살포로 인한 환경문제가 문제점으로 지적되고 있으나 본 해충의 생태적인 특성상 현실적으로 방제에 관한한 선택의 여지가 없는 것이다. 특히 별 문제가 되지 않는 것은 밤나무혹벌의 피해가 극심한 지역이라 할지라도 효과적인 방제가 이루어질 경우, 본 해충의 생태적인 특성으로 보아 약제처리 당해연도 이후 수년간은 약제살포에 의한 방제를 하지 않아도 건전한 밤나무 재배환경의 유지가 가능하기 때문이다(Kim, 2003).

본 결과는 밤나무혹벌에 의하여 일단 피해를 받으면 피해목을 제거하고 내충성밤나무로 대체하는 것만이 유일한 방법이라는 지금까지의 밤나무혹벌 무방비론에 대한 문제점을 해결하였다는데 새로운 방제기술의 개발로 평가된다. 금후 우수한 약종선발과 적정살포시기 및 살포회수 등 실용화연구를 통하여 보다 효율적인 방제기술이 개발보급될 것이며, 특히 본 시스템은 현재 정부에서 장려하고 있는 노력목에 대한 저수고 수형조절임분의 해충관리를 위하여 광범위하게 실용화가 가능할 것으로 사료된다.

적 요

밤나무림내에 sprinkler system을 고정 설치하고, 이를 이용하여

적정한 시기에 · 일시에 그리고 간편하게 약제를 살포함으로써 밤나무의 주요해충인 밤나무혹벌(*Dryocosmus kuriphilus*)의 피해를 효과적으로 방제할 목적으로 2003년부터 2년간 경남 산청군 신안면에서 본 연구가 수행되었다. 공시약종은 carbaryl 50% WP, 1,500배액을 사용하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

밤나무혹벌 성충의 우화시기는 6월 중순부터 7월 중순까지 약 35일 간이며, 우화최성기는 7월 상순의 약 5일간이었다. 밤나무혹벌의 우화 및 산란시기에 Carbaryl 50% WP 1,500배액의 수관살포는 밤나무혹벌에 탁월한 방제효과가 있었다. 즉 메일살포구의 평균 충영형성율은 3.0%, 2일간격 살포구의 평균 충영형성율은 12.8%로서 이들은 무처리구의 평균충영형성율 82.9%와 비교하여 각각 96.4% 및 84.6%의 높은 방제효과가 인정되었으며 수관부위별로는 차이가 없었다.

사 사

이 논문은 2003年度 尙志大學校 校內研究費 支援에 의하여 遂行 되었음.

인용문헌

- Chung, S.B. and C.S. Kim, 1994. Use of sprinkler system for control of the pine needle gall midge. *Thecodiplosis japonensis* Uchida Inouye. Journal of Korean Forestry Society 83(3): 311-321.
- Chung, S.B. and C.S. Kim, 1998. Use of sprinkler system for control of the pine needle gall midge. *Thecodiplosis japonensis* Uchida Inouye. II. Effectiveness of ground application with low concentration of insecticides. Journal of Korean Forestry Society 87(4): 311-321.
- Chung, S.B., B.M. Song, G.H. Kwon and H.S. Moo. 2005. Use of sprinkler system for control of seed and cone insect pest on Japanese chestnut trees (*Castanea crenata*). Proceedings of the 2005 annual meeting of the Korean forest society pp. 94-96.
- Chung, S.B., B.M. Song, G.H. Kwon and H.S. Moo. 2005. Use of sprinkler system for control of *Dryocosmus kuriphilus* on Japanese chestnut trees (*Castanea crenata*). Proceedings of the 2005 summer meeting of the Korean forest society pp. 471-473.
- Chung, S.B., B.M. Song and G.H. Kwon. 2006. Application of sprinkler system for control of cone insects on Korean pine, *Pinus koraiensis* seed orchard. Korean J. Plant Res. 19(1): 93-96.
- Huang, J. and Y. Liao. 1988. Studies of the natural enemies of chestnut gall wasp in China. Scientia Silvae Sinicae 24(2): 162-169.
- Kang, J.T., K.Y. Lee, B.S. Lee, K.C. Kim, T.D. Kim and S.B. Chung. 2005. Application of sprinkler system for control of cone insect pests in seed orchards. Proceedings of the 2005 annual meeting of the Korean forest society pp. 386-388.
- Kim, C.S. 2003. Biological studies of *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera: Cynipidae) and its important parasitoids. Thesis for ph.D. Degree, Graduate school, Kangwon Natl. Univ. pp. 163.
- Kim, J.K. 1998. Studies on the parasitoids of chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Korea. Jour. Korean For. Sci. 87(3): 475-482
- Kim, J.K. 1999. Biological studies on *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae), a parasitoids of chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae). Korean J. Appl. Entomol. 38(2): 85-91.
- Murakami, Y., H.B. Ao and C.H. Chang. 1980. Natural enemies of the chestnut gall wasp in Hopei Province. China (Hymenoptera: Chalcidoidea). Appl. Entomol. Zool 15: 184-186.
- Park, C.D., S.O. Lee, K.N. Park and J.H. Ko. 1981. Studies on the ecology on the Chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus*, attacking to the resistant chestnut tree and its damaged. The research reports of the forest research institute 28: 197-204.
- 前田正孝, 佐藤末吉. 1978. クリタマバチの生態に関する研究, 抵抗性品種に對する寄生現象について. 宮城園試研報 2: 53-75.
- 田村正人. 1960. クリタマバチ *Dryocosmus kuriphilus* に関する研究. 第2報. 生活史について. 東京農大農學集報 6(1): 13-26.
- 田村正人. 1961. クリタマバチ *Dryocosmus kuriphilus* に関する研究. 第6報. 羽化消長の地域的差異(1). 東京農大農學集報 7(1): 20-29.
- 安昌永, 金善昌, 朴致善. 1984. 剪定施肥間伐에 依한 밤나무혹벌 防除에 關한 研究. 林木育種研究所研究報告 20: 126-131.
- 趙道衍, 李相玉. 1963. 밤나무혹벌의 生態와 被害調査. 植物保護 2: 47-54.

(접수일 2006.6.9 ; 수락일 2006.8.9)