

에탄올 처리에 의한 광릉긴나무좀(*Platypus koryoensis*) 유인목 효율 증대

손수연 · 이선근 · 서상태*

국립산림과학원 산림병해충연구과

Attractant Effect of Trap Logs Treated with Ethanol to *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Platypodidae)

Su-Yeon Son, Sun Keun Lee and Sang-Tae Seo*

Korea Forest Research Institute, Seoul 02455, Korea

ABSTRACT: The attractant effect to *Platypus koryoensis* (Murayama), an insect vector of Korean oak wilt disease, was determined using a multi-funnel trap and trap logs treated with ethanol and ethanol extract of the bark of the Mongolian oak *Quercus mongolica* (Fisher). The number of entrance holes in ethanol and bark ethanol extract treatments was higher than that in the control (blank bottle). However, the number of entrance holes in ethanol and bark ethanol extract treatments was not significantly different. The number of entrance holes in the logs increased with increase in diameter of the logs. The lower part of the trap logs had significantly more number of entrance holes than that in the upper part ($p < 0.05$). The lower part of trap logs tends to be rarely exposed to direct sunlight resulting in desiccation of the logs, which in turn provides good conditions for microbial growth, a food source for *P. koryoensis*. The results show, that ethanol could be used effectively in the monitoring and maintenance of *P. koryoensis* because of the cheaper cost of ethanol than bark ethanol extracts, and thus, having a higher economical advantage. Further research of oak bark ethanol extracts is necessary to improve its efficiency.

Key words: *Platypus koryoensis*, Attraction effect, Ethanol, *Quercus mongolica* bark extracts

초 록: 참나무시들음병 매개충인 광릉긴나무좀(*Platypus koryoensis* (Murayama))(Coleoptera: Platypodidae)의 에탄올과 신갈나무 수피 추출물의 유인효과에 대하여 조사하였다. 유인트랩과 유인목 시험에서는 에탄올과 신갈나무 수피 추출물을 사용한 처리구가 대조구(무처리)보다 높은 유인효과를 나타내었으나, 두 유인제 간의 유의성은 찾지 못하였다. 유인목의 직경별 침입공 수를 비교한 결과, 침입공 수는 직경이 클수록 증가하였다. 유인목의 횡단면 상부와 하부 침입공 수를 비교한 결과, 상부보다 하부에 침입공이 많았고, 통계적으로 유의한 차이($p < 0.05$)를 나타내었는데, 이는 직사광선에 의한 건조가 적은 하부가 매개충의 먹이가 되는 미생물 번식에 유리하기 때문이라고 추정되었다. 결과적으로 신갈나무 수피 추출물보다 비용 면에서 경제적인 에탄올이 광릉긴나무좀 모니터링 및 방제에 효율적으로 활용될 수 있을 것이며, 신갈나무 수피 추출물은 효율을 높일 수 있는 지속적인 연구의 필요성이 있다.

검색어: 광릉긴나무좀, 유인 효과, 에탄올, 신갈나무 수피 추출물

최근 참나무시들음병(oak wilt disease)에 의한 참나무류의 고사가 빈번히 발생하여 세계적으로 큰 문제가 되고 있다. 일본에서는 매개충인 *Platypus quercivorus*(Murayama)가 병원균인 *Raffaelea quercivora*를 매개하여 연간 약 10만 m³의 피해가 발생하는 것으로 보고되었다(Kubono and Ito, 2002; Kusumoto

et al., 2012; Murata et al., 2005, 2007). 미국 및 유럽에서는 sap beetle(Coleoptera: Nitidulidae)이 병원균인 *Ceratocystis fagacearum*를 매개한다고 알려져 있으며, 미국에서의 피해량은 집계된 바가 없고 25개주에서 발생하는 것으로 보고되었다(Juzwik et al., 2011; Kyhl et al., 2002). 국내에서는 2011년 82지역(331본), 2012년 91지역(268본), 2013년 94지역(309본), 2014년 102지역(239본)으로 발생지역이 계속적으로 확대되고 있다(Korea Forest Service, 2014).

국내 참나무시들음병의 매개충인 광릉긴나무좀(*Platypus*

*Corresponding author: stseo@korea.kr

Received October 14 2015; Revised November 3 2015

Accepted November 17 2015

koryoensis)은 딱정벌레목(Coleoptera), 긴나무좀과(Platypodidae)에 속하는 천공성 해충으로 공생균인 *Raffaelea quercus-mongolicae*를 참나무류에 매개한다(Hong et al., 2006; Kim et al., 2009; Korea Forest Research Institute, 2010, 2013; Lee et al., 2011; Murayama, 1930).

국내의 참나무류 중 참나무시들음병 피해가 가장 큰 수종은 신갈나무(*Quercus mongolica*)로 알려져 있으며, 2004년 경기도 성남시에서 참나무류 집단 고사현상이 처음 발견되었고 현재는 전국으로 확산되어 있는 실정이다(Hong et al., 2006; Kim et al., 2009; Korea Forest Research Institute, 2010, 2013). 우리나라에서는 참나무류가 전체 산림면적의 약 24%를 차지하는 중요한 수종으로 참나무시들음병 방제를 위해서 매개충인 광릉긴나무좀의 밀도를 줄이는 것이 매우 중요하다(Korea Forest Research Institute, 2012; Son et al., 2014).

광릉긴나무좀에 대한 방제대책으로는 소구역 선택베기, 고사목 제거, 끈끈이롤트랩 설치, 유인목 설치, 전기충격기 활용, 지상 약제살포, 대량포획 장치법, 약제줄기 분사법 등이 현재 활용되고 있다(Korea Forest Service, 2014; Son et al., 2014). 그 중 유인목 설치 방법은 매개충을 유인하여 포살하는 방법으로 일본에서는 매개충의 유인효과를 상승시키기 위하여 유인목에 에탄올, 페로몬 등을 추가 설치하여 사용하고 있다(Kobayashi and Hagita, 2000; Ueda et al., 2000; Igeta et al., 2004; Esaki et al., 2002).

따라서, 본 연구에서는 친환경 방제 방법인 유인목 설치의 유인효과를 높이기 위하여 에탄올과 신갈나무 수피 추출물을 유인제로 사용하여 유인효과를 평가하고 광릉긴나무좀 방제법에 이들의 활용가능성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

유인제

본 연구에서 에탄올(99.5%, EtOH, DAE JEONG Co.)과 신갈나무 수피 추출물을 유인제로 사용하였다. 추출물의 경우, 2014년 5월 16일에 경기도 과천에서 광릉긴나무좀의 침입이 없는 건전한 신갈나무를 벌목하여 수피를 음지에서 건조시킨 뒤, 3.3 kg의 건조 수피에 11 L의 에탄올(99.5%, EtOH, DAE JEONG Co.)을 첨가하여 실온에서 72시간 침적시킨 후, 25°C의 항온수조(SB-1100, EYELA Co., Tokyo, Japan)에서 회전 진공농축기(N-1100, EYELA Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 농축하였다. 농축된 추출물 130 ml는 에탄올을 이용하여 1:9로 희석하여 본 연구에 사용하였다.

유인트랩

유인트랩은 다중 깔때기 트랩(multi-funnel trap)을 사용하였으며, 참나무시들음병 피해임지인 서울시 동대문구 국립산림과학원 시험립(Seoul, 37°35'48.4"N, 127°02'41.1"E), 경기도 포천시 선단동 대진대학교(Pocheon1, 37°52'19.1"N, 127°09'06.9"E), 경기도 포천시 신북면 가채리 물어고개(Pocheon2, 37°55'05.3"N, 127°11'28.0"E)에 2014년 5월 29일 설치하였고, 주변 신갈나무의 영향을 받지 않기 위하여 입목으로부터 10 m 떨어진 장소에 3개의 트랩을 정삼각형 형태로 10 m 간격이 되도록 설치하였다. 트랩의 가장 위 깔때기가 지면에서 1.5 m 높이가 되도록 지지대에 고정된 뒤, 각각의 다중 깔때기 트랩의 가장 아랫부분에 에탄올 및 신갈나무 수피 추출물을 각각 50 ml씩 담아 용기를 설치하였고, 대조구로 유인물질이 포함되지 않은 용기를 설치하였다. 유인트랩은 각 지역에 3반복으로 설치하였으며, 설치 5일 이후에 광릉긴나무좀의 포획수를 조사하였다.

유인목

유인목(Trap logs)은 2014년 5월 23일에 경기도 하남시 배알미동(검단산, 37°31'22.9"N 127°15'53.3"E)에 설치하였다. 유인목은 매개충의 이동에 방해가 되지 않도록 주변 임지를 정리하고 설치하였으며, 유인목으로 사용된 신갈나무는 시험지 내에서 광릉긴나무좀이 침입하지 않은 건전목을 선발하였다. 선발된 신갈나무는 1 m 간격으로 절단한 뒤, 절단목을 井 모양으로 쌓아 올리고 200 ml의 유인제가 포함된 용기를 유인목 가운데에 설치하였다(Fig. 1B). 대조구로 유인물질이 포함되지 않은 용기를 설치하였으며, 각각은 5반복으로 실시하였다. 유인효과는 설치 6주 후에 유인목에 생성된 광릉긴나무좀 침입공수로 판단하였고, 가로방향으로 설치된 유인목의 횡단면을 기준으로 상부와 하부의 침입공 수를 측정하여 비교하였으며, 상층부 2개, 중간부 2개, 하층부 2개로 나누어서도 침입공 수를 측정하였다(Fig. 1A). 또한 직경이 무작위로 쌓여있는 유인목 개별을 직경 ϕ 10-14 cm, ϕ 16-20 cm, ϕ 22-26 cm로 구분하여 침입공 수를 측정하였다.

통계분석

본 실험의 모든 통계분석에는 통계분석프로그램 SAS System을 이용하여 수행하였다. 유인트랩에서의 광릉긴나무좀 포획량과 유인제에 따른 유인목의 직경별 침입공 수의 통계분석은 이원 분산분석(ANOVA)을 통하여 검증하였고, Tukey's Studentized

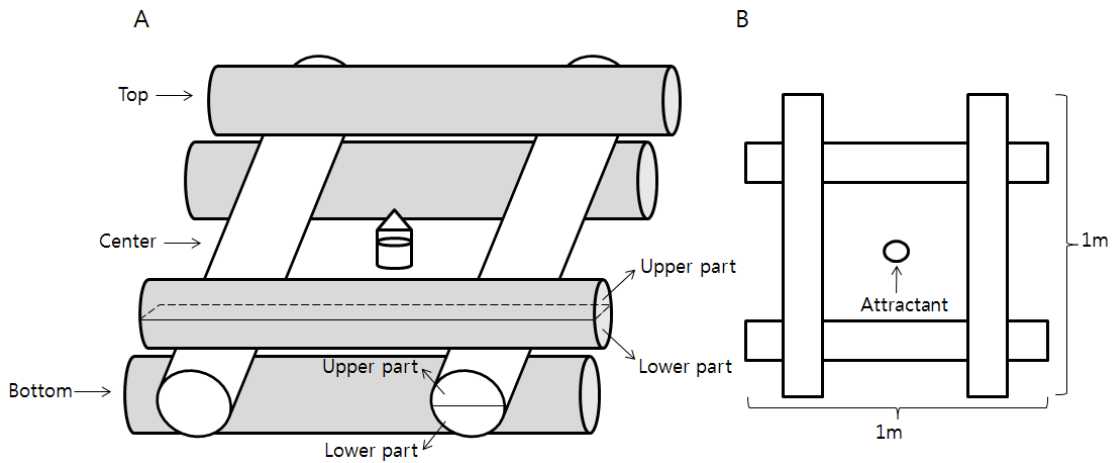


Fig. 1. Diagram of trap logs in the field (A), Sectional plan of a trap log (B).

Range (HSD) test를 실시하여 사후 검정하였다. 유인목은 카이제곱검정(Chi-Square test)을 통하여 분석하였고, 상부와 하부 침입공 수의 비교분석은 T-test (paired-test)를 통하여 분석하였다.

결 과

유인트랩에서의 유인제에 따른 광릉긴나무좀의 유인효과

에탄올 단독 처리와 신갈나무 수피 추출물과 에탄올을 1:9로 혼합한 유인물(이하 신갈나무 수피 추출물)의 광릉긴나무좀에 대한 유인효과를 확인하기 위하여 신갈나무림에 유인트랩을 설치하고 5일 경과 후 포집수를 조사한 결과, Seoul (국립산림과학원 시험림)과 Pocheon1 (대진대학교)의 경우, 신갈나무 수피 추출물 처리구가 에탄올 처리구와 대조구 보다 더 많은 수가 포집 되었으나 Tukey 검정 결과 Seoul ($f = 0.18, df = 2, p > 0.05$)과 Pocheon1 ($f = 0.87, df = 2, p > 0.05$) 각각은 유인제별 유의성을 찾을 수 없었다. Pocheon2 (물어고개)는 에탄올 처리구에서 가장 많은 수가 포집 되었으며, 유인제를 사용한 처리구는 대조구와 유의한 차가 있었다($f = 26.39, df = 2, p < 0.05$)

(Table 1). 각 처리구의 포집수의 평균을 비교하였을 때, 에탄올 처리구의 포집수가 $4.44(\pm 1.50)$ 마리로 가장 많았으며 다음으로 신갈나무 수피 추출물이 $3.89(\pm 0.90)$ 마리, 대조구 $1.67(\pm 0.47)$ 마리 순이었다. 통계적인 유의성 분석결과 에탄올 처리구와 신갈나무 수피 추출물은 대조구와 유의성이 있었으나($f = 18.27, df = 8, p < 0.05$), 에탄올과 신갈나무 수피 추출물과의 유의성은 확인할 수 없었다.

유인목에서의 유인제에 따른 광릉긴나무좀의 유인효과

유인목에서 광릉긴나무좀의 유인효과 조사를 위하여 신갈나무 유인목을 설치하고 에탄올과 신갈나무 수피 추출물을 설치한 뒤, 6주 경과 후 침입공 수를 조사하였다. 에탄올을 설치한 유인목의 평균 침입공 수는 $428.8(\pm 51.38)$ 개, 신갈나무 수피 추출물을 설치한 유인목의 평균 침입공 수는 $429.4(\pm 55.12)$ 개로 무처리 유인목의 평균 침입공 수 $315.2(\pm 79.86)$ 개 보다 많았다. 카이제곱검정(Chi-Square test)을 실시한 결과, 에탄올처리 유인목과 신갈나무 수피 추출물 처리 유인목은 무처리 유인목과 서로 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었으나($\chi^2 = 110.5631$,

Table 1. The number of captured *Platypus koryoensis* by ethanol and *Quercus mongolica* bark ethanol extracts on the multi-funnel traps

Attractant	Number of captured <i>P. koryoensis</i>			
	Seoul	Pocheon1	Pocheon2	Total
ethanol	4 a	4 a	32 a	40 a ²
ethanol+ α ¹	5 a	8 a	22 a	35 a
control	3 a	5 a	7 b	15 b

¹ α represents the *Quercus mongolica* bark extracts.

²The different letters in the same row indicated Tukey's Studentized Range(HSD) test ($p < 0.05$).

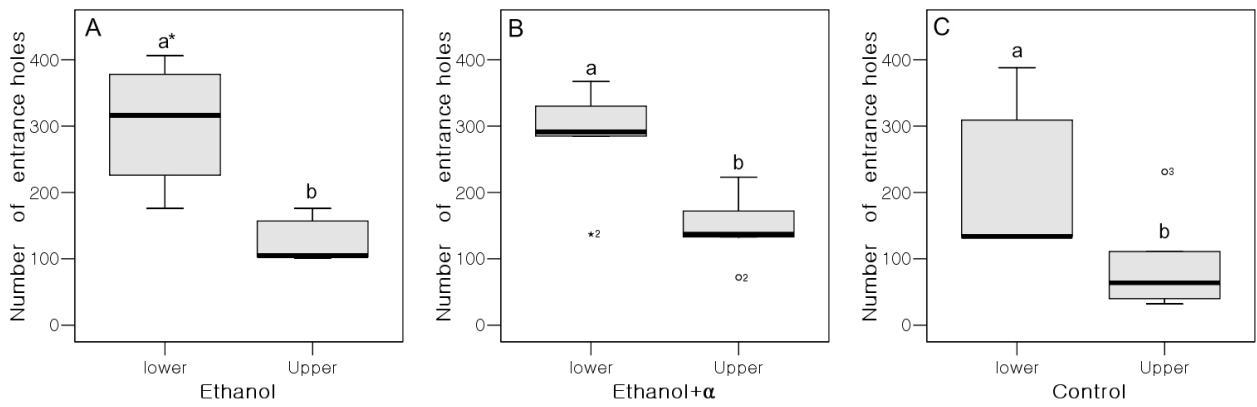


Fig. 2. The number of entrance holes on trap logs for each treatment: ethanol (A), *Quercus mongolica* bark ethanol extract (B), and control(blank bottle) (C).

*The different letters indicated T-test(paired-test) ($p < 0.05$).

Table 2. Relationships between diameter at breast height of trap logs and number of entrance holes in trap logs of each treatment

Attractant Diameter (cm)	Number of entrance hole (number of logs)			
	ethanol	ethanol+ α^1	Control	Total
$\phi 10-14$	418 (n = 11) b	431 (n = 12) b	290 (n = 12) b	1139 (n = 35) c ²
$\phi 16-20$	866 (n = 13) b	1029 (n = 14) b	1072 (n = 16) ab	2967 (n = 43) b
$\phi 22-26$	860 (n = 6) a	687 (n = 4) a	214 (n = 2) a	1761 (n = 12) a

¹ α represents the *Quercus mongolica* bark extracts.

²The different letters in the same row indicated Tukey's Studentized Range(HSD) test ($p < 0.05$).

$df = 2, p < 0.05$), 에탄올과 신갈나무 수피 추출물 유인목과의 유의성은 확인할 수 없었다. 또한 가로로 설치된 유인목의 횡단면을 기준으로 상부와 하부의 광릉긴나무좀 침입공 수를 비교하였을 때, 평균 침입공 수는 에탄올 처리구 상부 $128.4(\pm 14.2)$ 개, 하부 $300.4(\pm 39.2)$ 개($df = 4, t = -5.32, P < 0.05$), 신갈나무 수피 추출물 처리구 상부 $147.4(\pm 22.2)$ 개, 하부 $282.0(\pm 35.0)$ 개($df = 4, t = -6.03, P < 0.05$), 대조구 상부 $95.6(\pm 32.7)$ 개, 하부 $219.6(\pm 48.4)$ 개($df = 4, t = -5.29, p < 0.05$)로 모두 상부보다 하부에 약 2배 이상 침입하는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2).

유인목 각각의 직경별 유인제에 따른 침입공 수를 조사한 결과, 직경 10-14 cm의 경우에는 평균 침입공 수가 에탄올 처리구는 $38.0(\pm 6.7)$ 개로 $35.9(\pm 5.9)$ 개인 신갈나무 수피 추출물 처리구와 $24.2(\pm 10.7)$ 개인 대조구 보다 많이 침입한 것을 확인할 수 있었고, 직경 16-20 cm와 직경 22-26 cm에서는 평균 침입공 수가 신갈나무 수피 추출물 처리구는 각각 $73.5(\pm 9.1)$ 개, $171.8(\pm 14.5, n = 4)$ 개로 에탄올 처리구 각각 $66.6(\pm 10.2)$ 개, $43.3(\pm 19.0)$ 개, 대조구 각각 $67.0(\pm 6.6)$ 개, $107.0(\pm 33.2)$ 개 보다 많은 침입공 수를 갖는 것을 확인할 수 있었지만, 각각의 유인제 처리구

는 직경 10-14 cm($f = 0.78, df = 2, p > 0.05$), 16-20 cm($f = 0.17, df = 2, p > 0.05$), 22-26 cm($f = 1.24, df = 2, p > 0.05$) 사이에서 통계적인 차이를 확인할 수 없었다. 그러나, 모든 처리구 및 대조구에서 직경이 클수록 침입공 수가 증가하였으며, 직경별 총 평균 침입공 수는 직경 10-14 cm $32.50(\pm 3.5)$ 개, 직경 16-20 cm $69.00(\pm 1.8)$ 개, 직경 22-26 cm $146.72(\pm 15.3)$ 개였으며 통계적으로 차이가 있음을 확인할 수 있었다($f = 51.00, df = 2, p < 0.05$) (Table 2).

유인목의 높이별 침입공 수를 조사한 결과, 에탄올 처리구에서 평균 침입공 수가 하부 $244.8(\pm 40.07)$ 개, 중간부 $100.2(\pm 18.89)$ 개, 상부 $83.8(\pm 20.13)$ 개 순으로 침입공 수가 많았으며($f = 13.13, df = 2, p < 0.05$), 신갈나무 수피 추출물 처리구의 평균 침입공 수는 중간부 $184.2(\pm 39.75)$ 개, 하부 $169.0(\pm 34.67)$ 개, 상부 $76.2(\pm 23.10)$ 개 순으로 침입공 수가 많았고($f = 3.66, df = 2, p < 0.05$), 대조구의 평균 침입공 수는 하부 $149.4(\pm 35.15)$ 개, 중간부 $104.0(\pm 18.78)$ 개, 상부 $61.8(\pm 30.17)$ 개 순으로 침입공 수가 많았다($f = 3.13, df = 2, p < 0.05$). 처리구 전체의 높이 별 총 평균 침입공 수는 하부가 가장 많았으며, 통계적으로 유의한 차

Table 3. Relationships between height and number of entrance holes in trap logs of each treatment

Height	Number of entrance hole			
	ethanol	ethanol+α ¹	Control	Total
top	419 b	381 b	309 b	1109 c ²
center	501 b	921 a	520 ab	1942 b
bottom	1224 a	845 ab	747 a	2816 a

¹α represents the *Quercus mongolica* bark extracts.

²The different letters in the same row indicated Tukey's Studentized Range(HSD) test ($p < 0.05$).

가 있음을 확인할 수 있었다($f = 12.48, df = 2, p < 0.05$) (Table 3).

고찰

유인목의 유인효과를 증대시키기 위한 유인물질에 관한 연구는 본 연구에서뿐만 아니라 다른 연구에서도 다양하게 실시되었다. 특히 에탄올의 경우에는 나무종류의 유인효과가 탁월하다는 내용이 다수 보고되어 있다(Kelsey, 1994; Ueda et al., 2000; Miller and Rabaglia, 2009). 본 연구에서도 에탄올과 신갈나무 수피 추출물에 의한 광릉긴나무좀의 유인효과는 무처리구와 비교했을 때 약 2배 이상의 효과를 나타내었으며, 통계적인 유의성의 차이가 있는 것으로 확인되었다. 국내의 참나무 시들음병의 매개충인 광릉긴나무좀은 신갈나무를 선호하고 Montgomery와 Wargo (1983)의 연구 결과에서 딱정벌레목 나무좀과의 평균 유인수가 수피 추출물과 50% 에탄올 혼합물에서 50% 에탄올, 25% 아세톤, 25% 아세트알데히드보다 높게 나타나는 것을 바탕으로 신갈나무 수피에 유인물질이 있을 것으로 추정하였으며, 본 실험에 사용한 신갈나무 수피 추출물은 에탄올과 비슷한 유인효과를 나타내었다. Miller와 Rabaglia (2009)는 에탄올을 용매로 한 (-)-α-Pinene과 에탄올만을 처리하였을 때 종류의 중, 지역과 환경에 따라 (-)-α-Pinene의 유인효과가 다양하게 나타났으며, Ueda et al. (2000)도 다양한 추출물과 에탄올을 비교하였을 때 비슷한 결과를 보고하였는데, 이는 본 연구와 비슷한 결과를 나타내었다. 따라서 계속해서 신갈나무 추출물은 다양한 용매를 이용하여 수피 뿐만 아니라 목질부에서도 물질을 추출하고, 헤드스페이스(Headspace) 등과 같은 다양한 유인물 포집법을 활용하여 다양한 지역과 환경조건에서의 추가적인 유인효과 검증이 필요할 것이다.

유인목에 사용된 6개 각각의 통나무 횡단면 상부와 하부의 침입공 수를 비교하였을 때 상부보다 하부에 침입공이 더 많이 존재하였으며, 높이별 침입공 수를 비교 하였을 때 하부, 중간부, 상부 순으로 침입공 수가 많았다(Fig. 2, Table 3). 이는 직사광선에 의한 건조가 적은 하부가 매개충의 먹이가 되는 미생물

번식에 유리하기 때문이라고 판단되며, 입목 상태에서도 수간 하부에 침입공이 많이 발견되므로 위와 같은 이유일 것으로 추정하고 있다(Lee et al., 2011).

한편, 신갈나무 유인목의 직경별 광릉긴나무좀의 선호도를 조사하였을 때 직경 22-26 cm에서 가장 많은 침입공 수를 발견할 수 있었으며, 직경이 크면 클 수록 침입공 수가 증가하는 경향을 나타내었다(Table 2). 이 결과는 참나무시들음병 피해가 중대경목 위주로 발생하는 현상과 일치하며, 중대경목을 중심으로 한 입분관리가 필요하다고 판단된다(Lee et al., 2011).

본 연구결과를 토대로 하여 참나무류에 큰 피해를 주고 있는 참나무시들음병의 매개충 방제방법 중 하나인 유인목 설치 시 광릉긴나무좀의 유인효과를 상승시키기 위하여 에탄올과 신갈나무 수피 추출물을 사용하면 효과적일 것으로 판단되나, 비용적인 경제성을 비교해 볼 때 신갈나무 수피 추출물 보다는 에탄올을 사용하는 것이 보다 경제적으로 효율적일 것으로 사료되며, 또한 에탄올을 함께 설치함과 동시에 유인목은 직경이 큰 것(φ 22-26 cm) 위주로 설치하는 것이 광릉긴나무좀 유인의 상승효과를 보일 것으로 판단된다. 따라서 에탄올은 광릉긴나무좀의 발생 모니터링과 방제에 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Literature Cited

- Esaki, K., N. Kamata, and K. Kato. 2002. A sticky screen trap for surveying aerial populations of the ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Appl. Entomol. Zool.* 37(1), 27-35.
- Hong, K.J., Y.D. Kwon, S.W. Park, and D.P. Lyu. 2006. *Platypus koryoensis* (Murayama) (Platypodidae; Coleoptera), the vector of oak wilt disease. *Korean J. Appl. Entomol.*, 45(2), 113-117.
- Igeta, K., K. Esaki, K. Kato, and N. Kamata. 2004. Spatial distribution of a flying ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (coleoptera: Platypodidae) at the stand level. *Appl. Entomol. Zool.* 39(4), 583-589.
- Juzwik, J., Appel, D.N., MacDonald, W.L., Burks, S., 2011.

- Challenges and successes in managing oak wilt in the united states. *Plant Dis.* 95(8), 888-900.
- Kelsey, R.G., 1994. Ethanol and ambrosia beetles in Douglas fir logs with and without branches. *J. Chem. Ecol.* 20(12), 3307-3319.
- Kim, K.H., Choi, Y.J., Seo, S.T., Shin, H.D., 2009. *Raffaelea quercus-mongolicae* sp. nov. associated with *Platypus koryoensis* on oak in Korea. *Mycotaxon.* 110, 189-197.
- Kobayashi, M., Hagita, M., 2000. Process of mass mortality of oak trees and capture of *Platypus quercivorus* Murayama (Coleoptera: Platypodidae). *Ap. For. Sci.* 9, 133-140.
- Korea Forest Research Institute, 2010. Ecology and control research of oak wilt disease. 3 p.
- Korea Forest Research Institute. 2012. Economic tree species 2. Oak Tree. 3 p.
- Korea Forest Research Institute. 2013. Comprehensive management research of oak wilt disease. 3 p.
- Korea Forest Service. 2014. 2015' Forest pest surveillance and control plan. pp. 87-96.
- Kubono, T., Ito, S., 2002. *Raffaelea quercivora* sp. nov. associated with mass mortality of Japanese oak, and the ambrosia beetle (*Platypus quercivorus*). *Mycoscience.* 43(3), 255-260.
- Kusumoto, D., Masuya, H., Ohmura, K., kamata, N., 2012. Virulence of *Raffaelea quercivora* isolates inoculated into *Quercus serrata* logs and *Q. crispula* saplings. *J. For. Res.* 17(4), 393-396.
- Kyhl, J.F., Bartelt, R.J., Cosse, A., Juzwik, J., Seybold, S.J., 2002. Semiochemical-mediated flight responses of sap beetle vectors of oak wilt, *Ceratocystis fagacearum*. *J. Chem. Ecol.* 28(8), 1527-1547.
- Lee, J.S., Haack, R.A., Choi, W.I., 2011. Attack pattern of *Platypus koryoensis* (Coleoptera: Curculionidae: Platypodidae) in relation to Crown Dieback of Mongolian oak in Korea. *Environ. Entomol.* 40, 1363-1369.
- Montgomery, M.E., Wargo, P.M. 1983. Ethanol and other host-derived volatiles as attractants to beetles that bore into hardwoods. *J. Chem. Ecol.* 9(2), 181-190.
- Miller, D.R., Rabaglia, R.J., 2009. Ethanol and (-)- α -Pinene: Attractant kairomones for bark and ambrosia beetles in the southeastern US. *J. Chem. Ecol.* 35, 435-448.
- Murata, M., Yamada, T., Ito, S., 2005. Changes in water status in seedlings of six species in the Fagaceae after inoculation with *Raffaelea quercivora* Kubono et Shin-Ito. *J. For. Res.* 10(3), 251-255.
- Murata, M., Yamada, T., Matsuda, Y, Ito, S., 2007. Discoloured and non-conductive sapwood among six Fagaceae species inoculated with *Raffaelea quercivora*. *For. Pathol.* 37(2), 73-79.
- Murayama, J., 1930. Révision des familles des Ipides et des Platypides de Corée. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 11, 8-38.
- Son, S.Y., Seo, S.T., Park, H.C., 2014. Assessment of virulence of *Raffaelea quercus-mongolicae* and *Raffaelea* spp. isolates by artificial inoculation of *Quercus mongolica* logs. *Res. Plant Dis.* 20(4), 270-274.
- Ueda, A., Fujita, K., Urano, T., 2000. Capture of beetles using several attractants : Effect of ethanol as a synergist. *Ap. For. Sci.* 9(1), 121-125.