

복방수염하늘소의 Ipsenol, Ipsdienol에 대한 유인효과

안희근 · 김민기 · 양정오 · 노두진 · 강신호 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물 의학과

(2008년 12월 4일 접수, 2008년 12월 14일 수리)

Attractive Efficacy of Ipsenol and Ipsdienol against *Monochamus saltuarius* Gebler (Coleoptera: Cerambycidae)

Hee-Geun Ahn, Min-Ki Kim, Jeong-Oh Yang, Doo-Jin Noh, Shin-Ho Kang and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Coll. of Agri. Life and Environment Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

Abstract

The pine sawyer, *Monochamus saltuarius* Gebler (Coleoptera: Cerambycidae) was newly known as a vector of pinewood nematode causing the pine wilt disease in Korean white pine (*P. koraiensis* Siebold & Zucc.) forestry. Recently, it has a serious problem to spread fast and widely throughout Korea by transferring *M. saltuarius*. For the control of *M. saltuarius*, this study was investigated the attractants by analyzing from the Korean white pine. Major components of Korean white pine was analyzed as α -pinene and ethanol, and reported as an attractant against *Monochamus* genus. Ipsenol and ipsdienol, the pheromones of *Ips* genus known as attractant components of woodboring beetles, were tested to the attractive efficacy against *Monochamus saltuarius*. The attractive efficacy showed 67.9% of Ipsenol plus ipsdienol and ipsenol, ipsdienol mixed with α -pinene plus ethanol was showed 67.7% and 79.3%, respectively. Especially, ipsdienol with α -pinene and ethanol was shown the high synergy effect, and the attractant effect was higher at *M. saltuarius* female than male.

Key words *Monochamus saltuarius*, *Bursaphelenchus xylophilus*, ipsenol, ipsdienol, α -pinene, ethanol, attractant

서론

소나무(*Pinus densiflora*)에 발병되는 소나무재선충병(pine wilt disease)은 1905년에 일본에서 처음 발생이 보고되었고(Yano, 1913), 약 70년 후인 1971년에 소나무재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*)이 그 원인이며, 솔수염하늘소(*Monochamus alternatus*)가 선충을 옮기는 주요 매개충인 것으로 보고되었다(Mamiya and Enda, 1972; Mamiya, 1988). 소나무재선충에 의한 소나무재선충병은 일본 뿐만 아니라 미국(1979년), 중국(1982년), 대만(1985년) 그리고 포르투갈

(1999년) 등에서 밝혀졌고, 북반구의 소나무류에서 가장 중요한 전염병으로 보고되었으며(Suzuki, 2002), 우리나라는 1988년 부산에서 처음 발견되어 현재는 경상도 일대를 비롯하여 전국적으로 확대되는 추세이다(Yi 등, 1989; Moon 등, 1995; Kwon 등, 2008).

소나무종(*Pinus* spp.)에 소나무재선충을 매개하는 하늘소류(pine sawyer beetles)는 일본에서의 솔수염하늘소(*M. alternatus*)를 비롯하여, 북미에서는 *M. titillator*(Luzzi 등, 1984), *M. carolinensis*(Necibi와 Linit, 1998), *M. scutellatus*(Wingfield와 Blanchette, 1983), 그리고 남부유럽(포르투갈)에서 *M. galloprovincialis*(Sousa 등, 2001; Sousa 등, 2002) 등 지역적으로 종의 차이를 보이고 있으며, 일본과 근접하

*연락처 : Tel. +82-43-261-2555, Fax. +82-43-271-4414
E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

여 동아시아에 위치한 우리나라(Yi 등, 1989), 중국(Hongmei 등, 2007), 그리고 대만(Chen과 Chao, 1998)은 솔수염하늘소가 소나무재선충의 주요 매개충인 것으로 보고되었다.

소나무재선충에 의하여 감수성으로 기록된 소나무종은 북아메리카에서 27종(Magnusson, 1986)을 비롯하여 전 세계적으로 약 40 여 종이며(Mamiya, 1983; Fielding과 Evans, 1996), 국내의 경우 솔수염하늘소만이 남부지방을 중심으로 소나무(*Pinus densiflora*) 및 해송(*P. thunbergii*)에 소나무재선충의 피해를 주는 것으로 알려졌다. 일본에서는 북방수염하늘소(*M. saltuarius*)가 솔수염하늘소 다음으로 소나무재선충병 매개능력을 갖고 있는 것으로 보고된 바 있고(Kulinich와 Orlinskii, 1998), 국내에는 그 발병의 기록이 없었으나, 최근 중부지방인 경기도 광주의 잣나무(*P. koraiensis*)에서 북방수염하늘소(*M. saltuarius*)에 의한 소나무재선충의 발병이 확인되었다(KFRI, 2007). 잣나무(Korean white pine)는 소나무재선충에 높은 감수성을 지니며, 솔수염하늘소에 대하여 더 높은 기주선택성을 지니는 것으로 보고된 바 있다(Futai 등, 1994). 하지만 국내에는 아직 북방수염하늘소의 잣나무에 대한 기주선택성 및 특이성에 대한 연구의 진행은 매우 미흡한 상황이며, 북방수염하늘소에 대한 교미행동에 있어서 암수의 행동학적 특성(Kim 등, 2006) 및 페로몬의 영향(Kim 등, 2006) 등이 보고되었을 뿐이다.

본 연구에서는 북방수염하늘소의 기주식물인 국내 잣나무(*P. koraiensis*)의 성분을 분석하고, 그 중 *Monochamus* 종의 일부에 대하여 유인 성분으로 알려진 α -pinene과 에탄올이 *Ips* 속 나무좀류의 집합페로몬으로 잘 알려진 ipsenol과 ipsdienol의 혼합 유인효과를 평가함으로써 북방수염하늘소의 유인제 개발에 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험곤충 및 시약

공시충으로 사용된 북방수염하늘소(*M. saltuarius*)는 2007년 6월, 그리고 2008년 6월, 충북 미원산림환경연구소에서 성충을 분양받아 온도 23~25°C, 광주기 16L:8D, 상대습도 50~60%로 플라스틱 용기(9 × 9 × 5 cm)에서 1년생 잣나무 가지를 먹이로 제공하면서 실험에 사용하였다.

그리고 후각계(T-tube olfactometer) 실험 및 소포장 실험에 이용된 α -pinene(98%)은 Sigma-Aldrich Ltd에서, ipsenol 및 ipsdienol은 Wako, Ltd에서 구입하여 사용하였으며, 그들의 구조식은 그림 1과 같다.

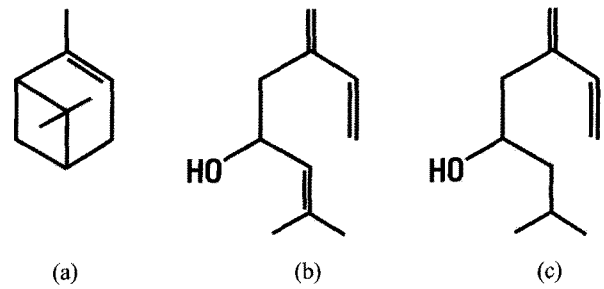


Fig. 1. The structures of α -pinene (a), ipsenol (b), and ipsdienol (c).

후각계를 이용한 유인력 시험

북방수염하늘소의 후각계를 이용한 유인력 시험을 위하여 사용된 T-tube olfactometer는 stem 길이 18 cm, 각 arm은 stem으로부터 180°의 각을 이루어 30 cm 길이이며, stem과 arm의 내부 직경은 9 cm로 공시충의 크기 및 실험에 적합하도록 실험실에서 자체 제작하였다. 진공펌프(THOMAS MEDIPUMP[®])를 통하여 외부로부터 arm 끝에 연결된 chamber로 유입되는 공기는 Activated charcoal, Molecular sieve, 그리고 Silica gel blue 층을 차례로 통과하여 정화된 신선한 공기를, 100 ml/min의 유속으로 흐르게 하였다. 각 sample의 처리량은 Auto applicator(Burkard PAX 100-3)를 이용하여 filter paper에 10 μ l를 pipetting, 암실 조건에서 북방수염하늘소를 1마리 씩 처리하였고, 15 min 후 처리구와 비처리구에 대한 Choice, No choice의 결과를 조사하였으며, 28 ± 3°C, 80 ± 10% RH의 조건을 유지하면서 암·수 각각 40 번 복으로 수행하였다.

소포장에서 유인력 시험

북방수염하늘소를 제한된 net house에 60마리 씩을 방사하고, 응용 제작된 Bucket trap에 휘발물질 유인 처리구를 설치하여 처리시간(1, 3, 5, 7, 9, 12, 24, 48시간)에 따른 유인 마리 수를 조사하였다. 이때 유인 처리구는 각 처리구 별 5%의 휘산성분을 Isoparaffine H 용매에 희석하여 20 ml vial에 비드 담체와 혼합 처리하였으며, Bucket trap의 구조체에 유인제가 담겨진 vial 병을 중앙에 매달아 처리하였고, 경과 시간에 따라 유인된 충수를 조사하였다.

통계분석

후각계 검정은 binominal sign test(Zar, 1996)로, 소포장 실험에서 암수의 유인력 구분은 Tukey's studentized range test (SAS Institute, 1991)로 비교하였다.

결과 및 고찰

Ipsenol과 Ipsdienol에 대한 유인력 평가

잣나무(*P. koraiensis*)는 울릉도와 제주도를 제외한 국내 모든 지역에 분포되어 있으며, 한국 소나무(Korean pine)라고 불린다. 잣나무를 포함한 소나무류의 주요 휘발 성분은 α -pinene 이며(Dormont *et al.*, 1998), 이와 같은 α -pinene은 *M. titillator* 를 비롯한 큰 나무좀류(Miller, 2006) 및 *M. scutellatus* 등(Chenier와 Philogene, 1989)에 유인효과가 있고, 또한 그들은 에탄올과 혼합 처리 시 상승효과가 있음이 제시되었다.

이와 같은 효과를 알아보기 위하여 북방수염하늘소의 유인효과를 T-tube olfactometer로 평가한 결과가 표 1에 나타나 있다. 이러한 시료에서 α -pinene과 에탄올 각각에 대하여, 그리고 그들의 혼합 처리에서 상승효과는 없는 것으로 나타났다. 또한 *Ips* 속 나무좀(bark beetle)의 페로몬 성분으로 알려진 ipsenol과 ipsdienol에 대한 북방수염하늘소의 유인효과는 α -pinene의 단독 처리와 비교 시 차이가 없었으나, ipsenol과 ipsdienol의 혼합처리 및 α -pinene과 에탄올에 ipsenol 또는 ipsdienol을 각각 혼합 처리 시 유인력에는 유의차가 있는 것으로 나타났다. 특히, 그 중 α -pinene과 에탄올, 그리고 ipsdienol의 3중 혼합 처리 시 79.3%의 유인력을 나타냄으로써 북방수염하늘소에 대한 상호 유인 상승효과가 있는 것으로 나타났다.

Ipsenol과 ipsdienol은 *Ips* 속 나무좀의 집합페로몬이며, 이들 나무좀은 쇠약목이나 Dandroctonus 속(나무좀의 일종)이 정착한 나무를 공격하여 페로몬을 남기고(Allison 등, 2003; Harborne, 2003), *Monochamus* 속은 나무좀의 페로몬

에 대하여 kairomone으로 반응하는 것으로 보고되었다(Wood, 1982; Allison 등, 2001). Billings(1985)는 *Monochamus titillator*(하늘소의 일종)에 대하여 *Ips*속 페로몬과 기주의 휘발성분과 혼합 처리 시 유인 상승효과가 있음을 처음으로 보고하였으며, Miller와 Asaro(2005)는 ipsenol이나 ipsdienol, 또는 그들의 혼합 처리에서 *M. titillator*를 포함한 목부 가해충 3종에 대하여 높은 유인효과가 있음을 제시하였다. 또한 Groot와 Nott(2004)는 ipsdienol과 α -pinene의 혼합처리에서 *Monochamus* 속 3종에 대한 높은 유인효과를 보고하였다. 본 연구에서도 북방수염하늘소의 기주인 소나무나 잣나무의 휘산성분인 α -pinene과 *Ips* 속 나무좀의 집합페로몬 성분인 ipsdienol의 혼합물에서 유인효과가 높았다(표 1).

소포장에서 트랩을 이용한 유인효과

T-tube olfactometer의 결과를 확인하기 위하여 북방수염하늘소를 방사한 후, 트랩(Bucket traps)을 이용하여 소포장 평가를 수행하였다. 잣나무의 휘산 성분인 에탄올과 α -pinene, 그리고 *Ips* spp.의 페로몬 성분인 ipsenol과 ipsdienol을 혼합 처리 후 48시간 경과에 따른 유인효과를 검토하였으며, 그 결과, 에탄올 또는 α -pinene의 단독처리에 비해 ipsenol 또는 ipsdienol을 혼합 처리했을 때 북방수염하늘소의 포획수가 높았고, 에탄올 + α -pinene + ipsdienol 처리구가 에탄올 + α -pinene + ipsenol 에 비해 높은 유인력을 나타냈다(그림 2). 즉, 에탄올과 α -pinene에 ipsdienol 또는 ipsenol을 처리했을 때, ipsdienol이 49마리로 ipsenol에 38마리에 비해 유인효과가 높았다. 이는 T-tube olfactometer를 이용한 실험

Table 1. Attractant effects of major volatiles and host monoterpenes against *Monochamus saltuarius* using T-tube olfactometer

Treatments	Attractant efficacy			% ^{a)}	P ^{b)}
	Treated side (T)	Untreated side (U)	No choice		
Ethanol	16	14	10	53.3	n.s.
α -Pinene	20	12	8	62.5	n.s.
Ethanol + α -Pinene	19	11	10	63.3	n.s.
Ipsenol	16	10	14	61.5	n.s.
Ipsdienol	18	9	13	66.6	n.s.
Ipsenol + Ipsdienol	19	9	12	67.9	<0.05
α -Pinene + Ipsenol	19	10	11	65.5	n.s.
α -Pinene + Ipsdienol	19	12	9	61.3	n.s.
Ethanol + α -Pinene + Ipsenol	21	10	9	67.7	<0.05
Ethanol + α -Pinene + Ipsdienol	23	6	11	79.3	<0.005

^{a)} Olfactometer response (%) = Treated/(Treated+Untreated)×100.

^{b)} Sign test to evaluate differences from 50:50 response (treated and untreated arms, N=40, P < 0.05, P < 0.01 and P < 0.005).

결과와 같은 결과를 확인하였고, ipsdienol의 혼합효과가 높게 나타났다. 그리고 북방수염하늘소의 암수에 대한 유인력은 암컷이 수컷에 비하여 더 높은 유인력을 나타냈다(그림 3). Allison 등(2003)은 *M. scutellatus*에 대한 반응에서 기주의 휘산성분에 비하여 *Ips* 속 ipsenol 및 ipsdienol을 혼합 처리 시 암컷의 유인 포획수가 수컷에 비해 크게 증가함을 보인 바 있으며, Pajares 등(2004)은 *M. galloprovincialis*에 대한 반응에서 기주의 휘산성분과 혼합 시 ipsdienol에 비해 ipsenol이 유인효과가 높음을 보이고 있다. 이는 수컷에 비해 암컷이 *Ips* 속 페로몬에 대하여 더 큰 유인력을 보이는 것이

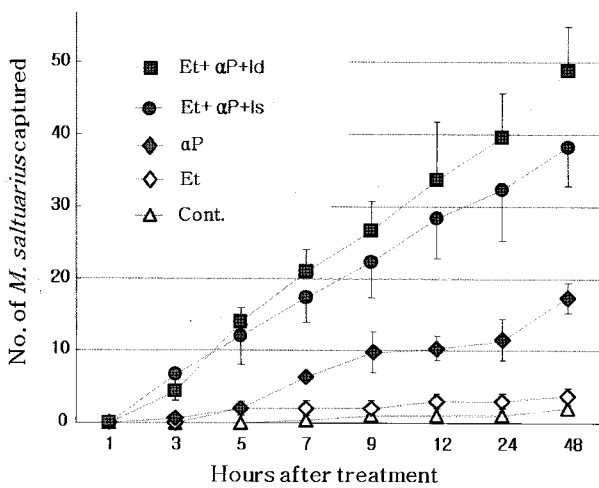


Fig. 2. Number of *Monochamus saltuarius* captured in Bucket traps when attracted with host volatile compounds or with *Ips* spp. semiochemicals as to time course. Components are Et; ethanol, αP; α-pinene, Is; ipsenol, Id; ipsdienol.

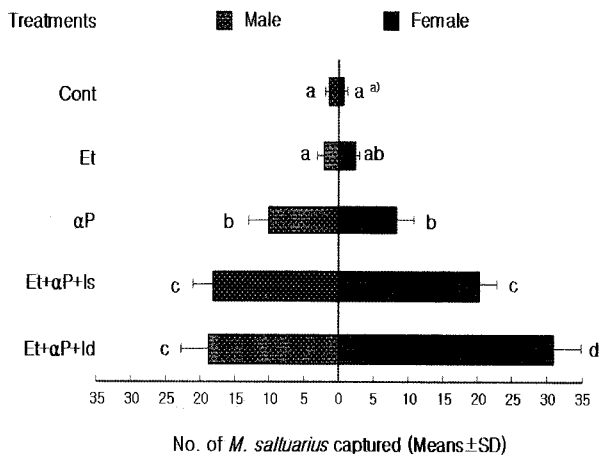


Fig. 3. Numbers of *Monochamus saltuarius* captured in Bucket traps when attracted with host volatile compounds or with *Ips* spp. semiochemicals. Components are Et; ethanol, αP; α-pinene, Is; ipsenol, Id; ipsdienol.

^{a)} Difference letter in each column indicate no significant differences at $P < 0.05$ using Tukey's studentized range test.

며, 이와 같은 현상으로 미루어 *Monochamus* 속의 암컷이 수컷에 비해 높은 유인력을 보이는 것은 oviposition 등을 포함한 생리적인 현상으로 판단된다.

국내의 소나무재선충은 남부지방에서 점차 전국으로 확산되고 있으며, 솔수염하늘소의 국지분포와 비교하여 북방수염하늘소 및 잣나무의 전국적 분포를 감안할 때 소나무재선충의 더 빠른 위협성을 우려해야 할 것이다. 따라서 이와 같은 확산을 차단시키기 위해서는 북방수염하늘소에 대한 기주의 특이성 및 생리, 생태 등 다양한 접근이 필요할 것이다.

본 연구는 *Monochamus* 속 중 일부에 대하여 검토된 바 있는 기주의 휘산성분 및 *Ips* 속 나무좀의 페로몬 성분이 북방수염하늘소에 미치는 영향을 검토하였으며, 이와 같은 연구결과가 향후 북방수염하늘소의 확산을 예방하거나 유인살충 방제제를 개발하는 연구에 기초 자료로 활용될 수 있으리라 기대한다.

감사의 글

본 논문은 산림청 소나무재선충 연구사업의 연구비 지원으로 수행되었다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

Allison, J. D., J. H. Borden, R. L. Mcintosh, P. D. Groot and R. Gries (2001) Kairomonal response by four *Monochamus* species (Coleoptera: Cerambycidae) to bark beetle pheromones. *J. Chem. Ecol.* 27:633~646.

Allison, J. D., W. D. Morewood, J. H. Borden, K. E. Hein and I. M. Wilson (2003) Differential bio-activity of *Ips* and *Dendroctonus* (Coleoptera: Scolytidae) pheromone components for *Monochamus clamator* and *M. scutellatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Environ. Entomol.* 32:23~30.

Billings, R. F. (1985) Southern pine bark beetles and associated insects. Effects of rapidly released host volatiles on response to aggregation pheromones. *Z. Angew. Entomol.* 99:483~491.

Chen, Y. M. and J. T. Chao (1998) Three species of long-horned beetles feeding on Taiwan red pine. *Taiwan J. For. Sci.* 13: 373~376.

Chenier, J. V. R. and B. J. R. Philogene (1989) Field responses of certain forest Coleoptera to conifer monoterpenes and ethanol. *J. Chem. Ecol.* 15:1729~1745.

Dormont, L, A. Roques and C. Malosse (1998) Cone and foliage volatiles emitted by *Pinus cembra* and some related conifer species. *Phytochem.* 49:1269~1277.

Fielding, N. J. and H. F. Evans (1996) The pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer) Nickle

- (=*B. lignicojus* Mamiya and Kiyohara): an assessment of the current position. *Forestry*. 69:35~46.
- Futai, K., S. Shirakikawa and I. Nakai (1994) The suitability of Korean pine (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) and Japanese Red Pine (*P. densiflora* Sieb. et Zucc.) as a host of the Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29:167~177.
- Groot, P. D. and R. W. Nott (2004) Response of the whitespotted sawyer beetle, *Monochamus scutellatus*, and associated woodborers to pheromones of some *Ips* and *Dendroctonus* bark beetles. *Blackwell Verlag, Berlin*. 128:483~487.
- Harborne, J. B (2003) Introduction to Ecological Biochemistry. 4th Ed. Univ. of Reading, UK. pp. 120~127.
- Hongmei, L., S. Peiyin, F. Peng, L. Maosong and M. Maurice (2007) Characteristics of the emergence of *Monochamus alternatus*, the vector of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae), from *Pinus thunbergii* logs in Nanjing, China, and of the transmission of the nematodes through feeding wounds. *Nematol.* 9:807~816.
- Kim, J. S., M. K. Kim, J. H. Han, C. Yoon, K. S. Choi, S. C. Shin and G. H. Kim (2006) Possible presence of pheromone in mating behavior of the pine sawyer *Monochamus saltuarius* Gebler (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 9:347~352.
- Kim, M. K., J. S. Kim, J. H. Han, Y. J. Kim, C. Yoon and G. H. Kim (2006) Mating behavior of pine sawyer, *Monochamus saltuarius* Gebler (Coleoptera: Cerambycidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 9:275~280.
- KFRI (2007) Annual report of monitoring for forest insect pests and diseases in Korea (in Korean). 20: 259pp. Korea Forest Research Institute, Seoul.
- Kulinich, O. A. and P. D. Orlinskii (1998) Distribution of conifer beetles (Scolytidae, Curculionidae, Cerambycidae) and wood nematodes (*Bursaphelenchus* spp.) in European and Asian Russia. *OEPP/EPPO Bulletin*. 28:39~52.
- Kwon, T. S. (2008) Change of abundance of arthropods in pine forests caused by aerial insecticide spray. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 54:92~106.
- Luzzi, M. A., R. C. Wilkinson and A. C. Tarjan (1984) Transmission of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, to Slash pine trees and log bolts by a cerambycid beetle, *Monochamus titillator*, in Florida. *J Nematol.* 16:37~40.
- Magnusson, C. (1986) Potential for establishment of *Bursaphelenchus xylophilus* and the pine wilt disease under Nordic conditions. *OEPP/EPPO Bulletin*. 16:465~471.
- Mamiya, Y. (1983) Pathology of the pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Ann. Rev. Phytopathol.* 21:201~220.
- Mamiya, Y. (1988) History of pine wilt disease in Japan. *J. Nematol.* 20:219~226.
- Mamiya, Y. and N. Enda (1972) Transmission of *Bursaphelenchus lignicolus* (Nematoda: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Nematologica* 18: 159~162.
- Miller, D. R. (2006) Ethanol and (-)- α -Pinene: Attractant kairomones for some large wood-boring beetles in Southeastern USA. *J. Chem. Ecol.* 32:779~794.
- Miller, D. R. and C. Asaro (2005) Ipsenol and ipsdienol attract *Monochamus titillator* (Coleoptera: Cerambycidae) and associated large pine woodborers in Southeastern United States. *Forest Entomol.* 98:2033~2040.
- Moon, Y. S., S. M. Lee, J. D. Park and W. H. Yeo (1995) Distribution and control of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* and its vector Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus*. *FRI. J. For. Sci.* 51:119~126.
- Necibi, S. and M. Linit (1998) Effect of *Monochamus carolinensis* on *Bursaphelenchus xylophilus* dispersal stage formation. *J. Nematol.* 30:246~254.
- Pajares, J. A., F. Ibeas, J. J. Diez and D. Gallego (2004) Attractive responses by *Monochamus galloprovincialis* (Col., Cerambycidae) to host and bark beetle semiochemicals. *Blackwell Verlag, Berlin*. 128:633~638.
- SAS Institute (1991) SAS User's Guide. SAS Institute, Cary, N.C., U.S.A.
- Sousa, E., M. A. Bravo, J. Pires, P. Naves, A. C. Penas, L. Bonifacio and M. M. Mota (2001) *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae) associated with *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal. *Nematol.* 3:89~91.
- Sousa, E., P. Naves, L. Bonifacio, M. A. Bravo, A. C. Penas, J. Pires and M. Serrao (2002) Preliminary survey for insects associated with *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal. *OEPP/EPPO Bull.* 32:499~502.
- Suzuki, K. (2002) Pine wilt disease - a threat to pine forest in Europe. *Dendrobiol.* 48:71~74.
- Wingfield, M. J. and R. A. Blanchette (1983) The pine-wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, in Minnesota and Wisconsin: insect associates and transmission studies. *Can. J. For. Res.* 13:1068~1076.
- Wood, S. L. (1982) The bark and ambrosia beetles of north and central America (Coleoptera: Scolytidae). A taxonomic monograph. *Great Basin Natural. Mem.* 6:1~1359.
- Yano, M. (1913) Investigations on the cause of pine mortality in Nagasaki prefecture. *Sanrin-Koho.* 4:1~14.
- Yi, C. K., B. H. Byun, J. D. Park, S. I. Yang and K. H. Chang (1989) First finding of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle and its insect vector in Korea. *Res. Rep. For. Inst.* 38:141~149.
- Zar, J. H. (1996) Biostatistical analysis, 3rd. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

북방수염하늘소의 Ipsenol과 Ipsdienol에 대한 유인효과

안희근 · 김민기 · 양정오 · 노두진 · 강신호 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물외학과

요 약 국내 전역에 분포되어 있는 잣나무(*Pinus koraiensis*)에 소나무재선충(*Bursaphelenchus xylophilus*)을 옮기는 새로운 매개충으로 북방수염하늘소(*Monochamus saltuarius*)에 의한 발병이 보고되면서 소나무재선충의 빠른 확산이 우려되고 있다. 잣나무의 주요 성분이며 *Monochamus* 속에 유인성분으로 보고된 α -pinene과 에탄올, 나무좀류의 유인성분으로 알려진 *Ips* 속 페로몬(ipsenol, ipsdienol)에 대하여 혼합 유인효과를 검토한 결과, ipsenol + ipsdienol에서 67.9%, 그리고 ipsenol과 ipsdienol을 α -pinene + 에탄올과 혼합 처리 시 각각 67.7%, 79.3%의 유인력을 보였다. 특히 ipsenol에 비해 ipsdienol의 α -pinene + 에탄올에 대한 혼합효과가 높았으며, 북방수염하늘소의 수컷에 비해 암컷이 높은 유인력을 나타냈다.

색인어 북방수염하늘소, 소나무재선충, ipsenol, ipsdienol, α -pinene, 에탄올, 유인
