

잣나무솔잎벌, *Diprion hani* (Hymenoptera: Diprionidae), 대발생지 특성과 기생천적인 가시꼬리좀벌에 대한 보고

이정수 · 김일권 · 최원일* · 장석준¹ · 최광식² · 신상철

국립산림과학원 산림병해충연구과, ¹강원도산림개발연구원 나무병원팀, ²국립산림과학원 남부산림연구소

Characteristics of the Outbreak Area of *Diprion hani* (Hymenoptera: Diprionidae) and a Report of its Torymid Parasitoid

Jung-Su Lee, Il-kwon Kim, Won Il Choi*, Suk-Jun Jang¹, Kwang-Sik Choi² and Sang-Chul Shin

Division of Forest Insect Pests and Diseases, Korea Forest Research Institute, Hoegiro 57,
Dongdaemun-gu, Seoul, 130-712, Republic of Korea

¹Gangwon-do Forest Development Institute, 218-5, Sanong-dong, Chuncheon-si, Gangwon-do, 200-140,
Republic of Korea

²Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, 660-300, Republic of Korea

ABSTRACT: *Diprion hani* Smith and Cho was first reported as a new species from South Korea in 2007. Major outbreaks occurred in September 2007. Outbreaks were restricted geographically to only three inland areas of central Korea where had previously been reforested with Korean white pine, *Pinus koraiensis* Seib. & Zucc. The outbreak areas were approximately 50 km in diameter. The sawfly populations decreased drastically in 2008. Environmental factors of the outbreak sites were investigated as a first step to characterize the sites and to understand the population dynamics of the sawfly. During the outbreak in 2007, the average temperature of the sites were 1.3°C higher than the 30 years average, and the annual precipitation was 384 mm higher than the average from 1971 to 2000. In addition, *Monodontomerus dentipes* (Dalman), a well-known torymid parasitoid of many sawflies, is reported as a gregarious cocoon parasitoid of *D. hani*.

Key words: *Diprion hani* Smith and Cho, Outbreak, Population dynamics, Torymid parasitoid

초 록: 잣나무솔잎벌(*Diprion hani* Smith and Cho)은 2007년 최초 발생이 보고되었으며 신종으로 기재되었다. 2007년 9월 초 대발생 후 밀도가 극히 낮아져 2008년 야외조사에서 잣나무솔잎벌 개체는 거의 채집되지 않았다. 본 연구는 잣나무솔잎벌 대발생 지역 특성 규명을 위해 피해지 위치정보, 우점 수종, 온도, 강우 등 환경 인자들이 조사되었다. 발생지역은 경기도 양평, 강원도 횡성, 충북 제천 3지역 모두 중부내륙지역 반경 25 km에 모여있었다. 피해수종은 잣나무(*Pinus koraiensis* Sieb. & Zucc.)였으며, 발생지역 모두 인공 조림지였다. 2007년도 3지역의 잣나무조림지의 온도는 지난 30년간 월 평균 평균온도보다 1.3°C 높았고 연간강우량은 384 mm 높았다. 또한 솔잎벌과 종들의 고치에 다기생하는 것으로 알려진 가시꼬리좀벌(*Monodontomerus dentipes* (Dalman))이 잣나무솔잎벌에 기생함이 밝혀졌다.

검색어: 잣나무솔잎벌, 대발생, 개체군 동태, 가시꼬리좀벌

잣나무솔잎벌(*Diprion hani* Smith and Cho)은 잣나무(*Pinus koraiensis*)를 가해하는 솔잎벌과(Diprionidae) 해충으로 2007년 9월 경기도 양평, 강원도 횡성, 충북 제천

등 3지역에서 대발생이 최초로 보고되었으며, 2008년 신종으로 기재되었다(Smith *et al.*, 2008). 잣나무솔잎벌 유충은 구엽만을 선택적으로 가해하며(Smith *et al.*, 2008), 2007년 9월 피해 임지는 전체가 붉게 보이고 가지만 앙상하게 남았다. 또한 잣나무솔잎벌 유충 밀도가 극단적으로 높아 밀도가 높은 잣나무 수관에서 지표면을 통하여 인근 밀도가 낮은 다른 잣나무 수관으로 이동이 관찰되었다. 지표면은 잣나무

*Corresponding author: wchoi@forest.go.kr

Received March 26 2010; revised June 10 2010;
accepted June 18 2010

솔잎벌 노숙유충의 솔잎 색 배설물들로 덮여있을 정도로 밀도가 높았다. 그러나 2008년 대발생지역 조사 시 밀도가 극히 낮아져 피해지에서 잣나무솔잎벌 유충이 채집되지 않았다. 가해양상은 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis* Matsumura)과 유사하였으나 잣나무솔잎벌은 9월에 발생하고 유충의 체색은 검정색 줄무늬를 가진 황색 또는 녹색인 반면 잣나무넓적잎벌은 7월에 발생하며 유충 체색이 담황색으로 형태적, 생태적 특징이 상이하였다(Shin *et al.*, 2008).

본 연구에서는 국제신종인 잣나무솔잎벌 대발생 지역 특성과 기후자료 조사를 통하여 잣나무솔잎벌 개체군 동태와 대발생 특성을 이해하기 위한 기초자료로 활용하기 위하여 수행되었다. 또한 잣나무솔잎벌 기생천적 탐색을 위한 야외채집 및 실험실내 관찰을 수행하였다.

재료 및 방법

피해지 특성

2007년 잣나무솔잎벌의 대발생이 보고된 경기도 양평군(37°25'N 127°41'E), 강원도 횡성군(37°30'N 127°54'E), 충청북도 제천시(37°08'N 128°01'E) 피해지 위치정보와 피해면적을 GPS(Trimble, GeoXM)를 이용하여 획득하였다(Fig. 1). 피해임지의 특성을 구명하기 위해 획득된 위치정보는 FGIS(산림지리종합정보시스템)를 활용하여 피해지 잣나무림 영급과 피해면적 및 고도를 추출하였다.

기후자료

잣나무솔잎벌 발생지 기후자료는 발생지에서 가장 가까운 기상관측소인 양평, 원주, 제천의 기상청자료를 이용하였다. 각 피해지 기상자료는 2006년부터 2008년도까지의 월별 평균기온과 연간 강수량 자료를 이용하여 분석하였으며 각 피해지 30년간 평균 기후자료는 1970년부터 2000년도까지의 월별 평균 기온과 연간 강수량을 기준으로 하였다.

기생천적 조사

잣나무솔잎벌 대발생지역 양평에서 2007년 9월 15일 잣나무솔잎벌 유충 150개체를 채집하였다. 채집된 유충들은 실험실 곤충사육상자(300×300×300 mm, 아크릴)에서 사육되었으며 실내 온습도 조건(25±2°C, RH: 40%)에서 먹이는 피해지에서 채집한 잣나무 잎을 제공하였다. 이후 우화한 잣나무솔잎벌과 기생천적은 건조표본으로 제작하였다. 잣나무솔잎벌 기생천적인 가시꼬리좀벌은 속 수준 동정은 Grissell(1997)의 검색표를 이용하였고, 종 동정은 Dr. Grissell(California, U.S.)에 의해 확인하였다.

결과 및 고찰

잣나무솔잎벌 대발생지역의 피해수종은 잣나무였으며 모두 잣나무 인공조림지였다. 세 지역의 평균 잣나무 연령은 3영급이었고 피해면적은 양평이 56ha, 횡성이 12 ha, 제천이 55 ha 였다(Table 1). 모두 중부내륙지역 반경 25 km에 모여있다(Fig. 1A). 잣나무솔잎벌 기주 종류는 Smith 등(2008)에 의해 보고된 대로 야외조사 결과 잣나무솔잎벌은 잣나무와 스트로브잣나무(*Pinus strobus* L.)만을 식해하였다(Table 1). 이러한 기주특이성은 잣나무넓적잎벌과 유사한 것이다.

2007년도 3지역의 잣나무조림지의 월 평균 온도는 평균 11.8±2.7°C, 연간 강수량은 1679.4 mm 였다. 이는 지난 30년간 월 평균 평균온도 10.5±1.0°C 에 비해 1.3±1.7°C 높았고 30년의 연간평균 강수량 1295.6 mm에 비해 384 mm 높았다(Fig. 2). 이러한 결과는 잣나무솔잎벌 대발생이 평균 기온이나 강수량에 영향을 받을 수 있음을 보여주는 것이다. 유럽적송인 구주소나무(*Pinus sylvestris* L.)를 섭식하는 솔노랑잎벌(*Neodiprion sertifer* Geoffr.)의 1937~1978년까지 유럽 남부스웨덴에서 대발생은 여름 또는 가을 가뭄과 관련이 있었으며 주로 20~40년생 구주소나무로 구성된 산림에서 대발생하였다(Larsson and Tenow, 1984). 또한

Table 1. Description of the sites surveyed

| Acronym | Administrative district | Latitude and longitude | Altitude | Tree | Damage area | Age-Class* |
|---------|-------------------------------|------------------------|----------|---|-------------|------------|
| Yp | Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do | 37° 25' 127° 41' | 136 m | <i>Pinus koraiensis</i> , | 56 ha | 3 |
| Hs | Hoengseong-gun, Gangwon-do | 37° 30' 127° 54' | 298 m | <i>Pinus koraiensis</i> , | 12 ha | 3 |
| Jc | Jecheon-si, Chungcheongbuk-do | 37° 08' 128° 01' | 233 m | <i>Pinus koraiensis</i> , <i>Pinus strobus</i> | 55 ha | 3 |

*Age-class 3: trees age ranged from 21 to 30 years

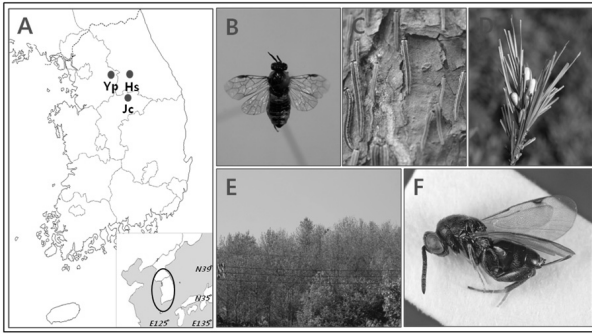


Fig. 1. Location of survey sites: Yp, Yangpyeong-gun, Gyeonggi-do; Hs, Hoengseong-gun, Gangwon-do and Jc: Jecheon-si, Chungcheongbuk-do (A). The three stages of *Diprion hani* Smith and Cho: female adult (B), larva (C), pupa (D), the white pine forest damaged by the sawfly (E), its parasitoid, *Monodontomerus dentipes*(F).

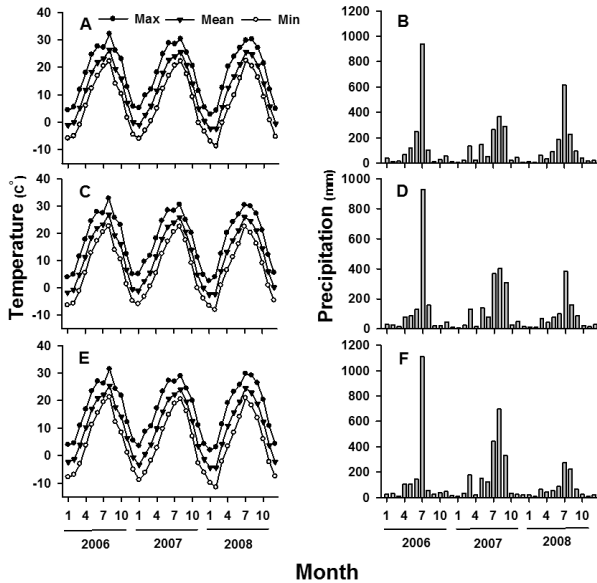


Fig. 2. Monthly changes in atmospheric temperature from 2006 to 2008 and precipitation in Yangpyeong-gun (A), Hoengseong-gun (B) and Jecheon-si (C) (<http://www.kma.go.kr>).

겨울 강우량이 높을수록 잎벌의 밀도가 높았다(Price and Hunter, 2005). 이러한 결과는 평균 기온 또는 강수량이 잎벌류의 대발생에 영향을 미쳤을 수도 있음을 보여주는 것으로 사료된다.

양평에서 채집된 잣나무솔잎벌 유충 150개체 중 성충으로 11개체, 천적인 가시꼬리좀벌(*Monodontomerus dentipes* (Dalman)) 10개체가 우화하여 유충 사망률이 높았다. 가시꼬리좀벌은 Herting(1976)에 의해서 국내분포가 최초로 보고되었고 이 후 Paik(1978)에 의해서 국내에 분포함이 재확인되었다. 꼬리좀벌과인 가시꼬리좀벌은(Fig. 1F) 다기생

벌로 알려져 있으며 한 숙주의 고치에 5-6개 최대 15개의 알을 낳는다. 기생벌의 유충은 숙주의 전용에 외부기생하며, 3-4주 후에 종령충으로 성장한다. 유충으로 월동 후 4월에 번데기가 되며 3주 후에 성충으로 우화한다. 우화시에는 4-5개체 최대 12마리의 성충으로 우화한다. 1년에 2회 발생하는 듯하다(Fedde, 1974). 가시꼬리좀벌은 잣나무솔잎벌이 속한 솔잎벌과 21종 중 9종을 공격하는 것으로 알려져 있다(Noyes, 2003).

잎벌류 발생은 발생 주기성, 환경, 수목 상태, 천적과의 상호작용에 의해 결정되는 것으로 알려져 있다(Olofsson, 2003; Price and Hunter, 2005). 잎벌류는 돌발적으로 대발생하는 개체군동태 (eruptive population dynamics)적 특징을 가지고 있어 주기적 또는 돌발적 대발생할 위험이 있다(Price, 1994; Price and Hunter, 2005). 실제로 스웨덴에서 솔잎벌과에 속하는 *Microdiprion pallipes*는 10년 주기로 대발생하는 것으로 알려진 돌발해충이다(Olofsson, 1994). 2004년 처음으로 발견하여 보고된 낙엽송잎벌은 우리나라 중부지방의 낙엽송에서 발생하였으며 발생 2년 이내에 밀도가 안정되어 전형적인 돌발적 해충의 특성을 보였다(Sheng *et al.*, 1998; Park *et al.*, 2007b; Park and Park, in press). 이러한 밀도감소 원인으로 낙엽송잎벌 천적인 낙엽송잎벌살이뽕족맷시벌(*Endasys liaoningensis* Wang, Sun, Ma & Sheng)이 관여할 것으로 추정되고 있으며 실제로 야외조사 결과 기생율이 42% 였다(Park *et al.*, 2007a). 이는 천적이 효율적으로 잎벌류 개체군을 억제함을 보여주는 예이다.

결론적으로 잣나무솔잎벌은 돌발적으로 발생하는 해충으로 특히 21-30년생 잣나무, 즉 3영급 잣나무 조림지에서 돌발적으로 발생할 위험성이 있다. 또한 온도가 상대적으로 높고 강수량이 높은 해에 발생할 가능성이 있으나 이러한 가설을 검증하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Literature Cited

- Fedde, V.H. 1974. Current knowledge of *Monodontomerus dentipes* (Dalman), a cocoon parasite of pine sawflies. Gen. Tech. Rep. SE-6. Asheville, NC: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment station. 19 pp.
- Griissell, E.E. 1997. Annotated keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). In: G.A.P. Gibson, J.T. Huber. and J.B. Woolley. eds. National Research Council Research

- press. Ottawa, Ontario, Canada, pp. 709-725.
- Herting, B. 1976. Lepidoptera, Part 2 (Macrolepidoptera). A catalogue of parasites and predators of terrestrial arthropods. Section A. Host or Prey/Enemy. Commonwealth Agricultural Bureaux, Commonwealth Institute of Biological Control. 7: 128-129.
- Larsson S. and O. Tenow. 1984. Areal distribution of a *Neodiprion sertifer* (Hym, Diprionidae) outbreak on Scots pine as related to stand condition. *Holarctic Ecol.* 7:81~90.
- Noyes, J.S. 2003. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. www.nhm.ac.uk/entomology/chalcidoids/index.html [accessed 10-Fed-2010].
- Olofsson, E. 1994. Biology and outbreaks of *Microdiprion pallipes* (Hymenoptera: Diprionidae) in Sweden. *Studia Forestalia Suecica.* 193: 1-20.
- Paik, J.C. 1978. A list of Chalcidoidea, Hymenoptera from Korea. *Kor. J. Plant Prot.* 17: 167-185.
- Park, J.D. and I.K. Park. 2010. Ecological study of *Pachynematus itoi* Okutani (Hymenoptera: Tenthredinidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* (In press).
- Park, J.D., J.W. Lee, I.K. Park, C.S. Kim, S.G. Kim, S.C. Shin, Z. Yang, M. Sheng, M.J. Jeon and B.K. Byun. 2007a. The First Record of *Endasys liaoningensis* (Hymenoptera, Ichneumonidae) parasitizing on *Pachynematus itoi* (Hymenoptera, Tenthredinidae) from Korea. *J. Asia-Pacific. Entomol.* 10: 297-299.
- Park, J.D., A. Shinohara, I.K. Park, S.C. Shin and B.K. Byun. 2007b. Discovery of *Pachynematus itoi* Okutani (Hymenoptera, Tenthredinidae) infested on *Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere from Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46: 1-4.
- Price, P.W. 1994. Phylogenetic constraints, adaptive syndromes, and emergent properties: From individuals to population dynamics. *Res. Pop. Ecol.* 36: 3-14.
- Price, P.W. and D.M. Hunter. 2005. Long-term population dynamics of a sawfly show strong bottom-up effects. *J. Anim. Ecol.* 74: 917-925.
- Sheng, M., L. Ga and J. Wang. 1998. Studies on the parasitoids of *Pachynematus itoi*: I. *Cleptes semiauratus* and *Endasys liaoningensis*. *For. Pest. Dis.* 2: 7-8.
- Shin, S.C., K.S. Choi, W.I. Chol, Y.J. Chung, S.G. Lee, and C.S. Kim. 2008. A new illustrated book of forest insect pests. Uppgomunhwasa, Seoul, Republic of Korea (In Korean).
- Smith, D.R., S.W. Cho and J.H. Han. 2008. A New Species of *Diprion* (Hymenoptera: Diprionidae) Damaging *Pinus* spp. in Korea. *Entomol. Soc. of Washington.* 110: 796-801.