

## 경북지역에서의 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)와 솔잎혹파리기생봉의 개체군 변동

전문장<sup>1\*</sup> · 신상철<sup>2</sup> · 정영진<sup>2</sup> · 김철수<sup>2</sup> · 최광식<sup>2</sup> · 박일권<sup>2</sup> · 장정원<sup>1</sup>

<sup>1</sup>대구대학교 생명환경대학 산림자원학과, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림병해충과

### Annual Fluctuations in Population of the Pine Needle Gall Midge, *Thecodiplosis japonensis*, and its Parasitoids in Kyeongbuk province, Korea

Mun-Jang Jeon<sup>1\*</sup>, Sang-Chul Shin<sup>2</sup>, Yeong-Jin Chung<sup>2</sup>, Chul-Su Kim<sup>2</sup>,  
Kwang-Sik Choi<sup>2</sup>, Il-Kwon Park<sup>2</sup> and Jeong-Won Jang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Forest Resources, College of Life and Environment, Daegu University,  
Kyeongsan 712-714, Korea

<sup>2</sup>Division of Forest Diseases and Insect Pests, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

**요 약:** 본 연구는 기생봉이 솔잎혹파리 밀도변동에 미치는 영향을 조사하기 위하여 경상북도 영천시 금호읍 남성동에 위치한 소나무림에서 우화트랩을 이용하여 1986년에서 2005년까지 20년간 솔잎혹파리와 각 종의 솔잎혹파리기생봉 성충 밀도를 조사하였다. 1987년 이후 기주인 솔잎혹파리와 기생봉 개체군 동태는 유사한 양상을 보였으며 기생봉 밀도는 기주 의존적이었다. 솔잎혹파리 개체군의 성비는 전체적으로는 암컷의 비율이 높았으나 연도에 따라 차이를 보였다. 이러한 경향은 솔잎혹파리 기생봉 개체군에서도 유사하였으나 솔잎혹파리먹좀벌(*Inostemma seoulis*) 개체군의 성비가 혹파리반뿔먹좀벌(*Inostemma matsutama*) 개체군 성비보다 암컷편기가 심하였다. 기주인 솔잎혹파리는 매년 5월16일~7월27일(우화최성기 : 5월27일~6월5일)에 우화하였고, 그 기생봉인 혹파리반뿔먹좀벌과 솔잎혹파리먹좀벌은 5월16일~6월11일(우화최성기 : 5월27~6월2일) 및 6월9일~7월27일(우화최성기 : 6월23일~6월28일)이었다.

**Abstract:** This study was conducted to investigate the effect of parasitoids on the density-fluctuation of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*. The density of *T. japonensis* and its parasitoids was observed by emergence trap in pine forest in Namsung-dong, Keumho-eup, Youngcheon-shi, Kyeongsangbuk-do, Korea, from 1986 to 2005. After 1987, density fluctuations of adults pine needle gall midge and its parasitoids showed similar trends and density of parasitoids was dependent on density of host population. Sex ratio of the pine needle gall midge, *T. japonensis*, was female-biased and had some variations in according to years. These trends were similar to those of parasitoid populations and sex ratio of *Inostemma seoulis* was more female-biased than that of *I. matsutama*. *T. japonensis* adults emerged in the field from May 16 to July 27 and the peak of emergence was between late May and early June. The adults of *Inostemma matsutama* emerged from May 16 to June 11 (peak between late May and early June), whereas those of *Inostemma seoulis* emerged from June 9 to July 27 (peak: late June).

**Key words :** Pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*, parasitoid, *Inostemma matsutama*, *Inostemma seoulis*, emergence

## 서 론

솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)는 1929년 서울의 창덕궁(=비원)과 전라남도의 목포(목포 제1수원지)에서

각각 처음 발견된 후, 70년이 경과한 2000년경에는 우리나라 전역으로 확산되었다. 이 기간 동안 지역에 따라서는 소나무림에 큰 피해를 주기도 하였으나 기생봉이식 등을 포함한 적극적인 종합적 방제에 의해 피해는 거의 종식되었고, 현재는 강원도 고성일대와 금강산지역에서 국지적으로 발생하여 피해를 주고 있는 실정이다.

그 동안 솔잎혹파리의 항구적인 방제를 위해 한국과 일

\*Corresponding author  
E-mail: mjjeon6521@hanmail.net

본에서 본종과 그 천적인 기생봉의 생태 및 기생봉의 이용에 대해 많은 연구가 이루어져왔지만(Chung, 1997; Jeon *et al.*, 1981; 1982; 1985; 1991; 2000; Ko, 1963; 1965; 1966; 1971; Lee, 1986; Miura, 1962; Park, 1982; Sone, 1986), 이들의 장기적인 밀도변동에 관해서는 Chung *et al.*(1998)이 전국을 대상으로 행한 개괄적인 보고이외에는 연구가 전무한 실정이다.

이에 본 연구는 솔잎혹파리가 발생하고 있는 한 지역을 선정하여 20세대동안 이들의 우화조사를 행하여 세대간의 솔잎혹파리 밀도변동에 미치는 기생봉의 영향과 세대별로 각종의 우화시기와 성비의 차이여부를 조사하였으며 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지

경상북도 영천시 금호읍 남성동에 위치한 산림으로, 이곳은 임령이 20~50년인 소나무의 혼효림(소나무, 곰솔 및 리기다소나무 혼재)으로 구성되어 있으며 솔잎혹파리의 피해는 1987년경 대발생이 끝나고 현재(2005년)는 아주 경미한 상태(충영형성율 2~4%)를 유지하고 있는 곳이다.

### 2. 재료 및 방법

솔잎혹파리 및 기생봉의 우화시기와 우화수를 조사하기 위하여 상기의 야외조사지에 내경이 21.5 cm인 우화트랩(Figure 1)을 임의로 20개 설치한 후 1986년부터 2005년까지 매년 5월5일부터 8월7일까지 2일 간격으로 임지에서 우화하는 개체들을 채집하여 70% 에탄올이 들어있는 곤충샘플병(내경 2.2 cm, 높이 5.6 cm)에 넣은 후 실내로 옮겼다. 실내에서는 우화일별로 종 분류와 종별 우화 수 및 성비를 검경·조사한 다음 재차 샘플병에 넣어 보관하였다.

한편, 혹파리반뿔먹좀벌(*Inostemma matsutama*)과 솔잎혹파리먹좀벌(*Inostemma seoulis*)의 경우 수컷성충은 현재

중 수준에서 동정이 불가능하여 암컷의 우화시기와 같은 시기에 우화한 개체를 각각 그 종의 수컷으로 간주하였다.

### 3. 통계분석

솔잎혹파리 개체군과 기생봉 개체군간의 밀도의존성은 통계분석 프로그램인 SAS를 이용하여 회귀분석하였다. 솔잎혹파리 및 이들 기생봉 개체군의 성비는 SAS 프로그램을 이용하여  $\chi^2$  분석하였다(SAS Institute, 1990).

## 결과 및 고찰

### 1. 솔잎혹파리와 기생봉의 개체군 변동

기주인 솔잎혹파리와 기생봉의 20세대간 성충개체군동태는 Figure 2와 같다. 본 조사기간 동안 솔잎혹파리 밀도는 1987년에 최고 밀도에 도달한 후 급격히 감소하여 1990년은 1987년 밀도의 7%까지 감소하였으며 이후 완만한 변동을 보였다. 이에 반해 기생봉개체군동태는 밀도 변동의 진폭이 기주 개체군에 비해 적었다. 또한 기생봉 개체군 밀도는 기주의 밀도가 높은 1986년과 1987년을 제외한 나머지 기간동안은 기주밀도 의존적이었다(기생봉 개체군 밀도 =  $-0.48 + 0.44$  기주개체군 밀도;  $R^2=0.62$ ). 이는 1987년 발생이후 기주 개체군 밀도가 기생봉에 의해 제어됨을 암시하는 것이다. Chung *et al.*(1998)도 솔잎혹파리와 기생봉 군집의 연구에서 본 조사와 유사한 결과를 보고하고 있다.

한편, 이를 일본의 교토(京都)지방에서 6세대에 걸쳐 행해진 조사결과(Sone, 1986)와 비교하여 보면, 본 조사의 경우 기주개체군이 고밀도를 유지 할 때는 일본의 경우와는 달리 기생봉의 밀도가 즉시 이에 반응하지 않고, 기주의 밀도가 제반 억제 인자들의 상호작용에 의해 저밀도를 유지 할 때에 비로소 반응하는 즉 지연 밀도의존 반응



Figure 1. Emergence traps of *T. japonensis* and its parasitoids.

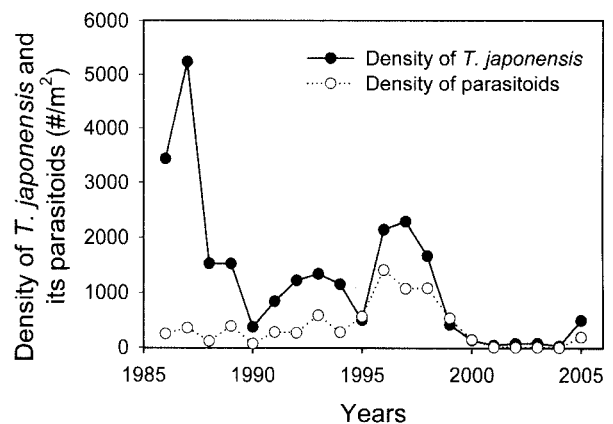


Figure 2. Annual fluctuations in the density of adults *T. japonensis* and its parasitoid (*I. matsutama* + *I. seoulis*) from 1986 to 2005.

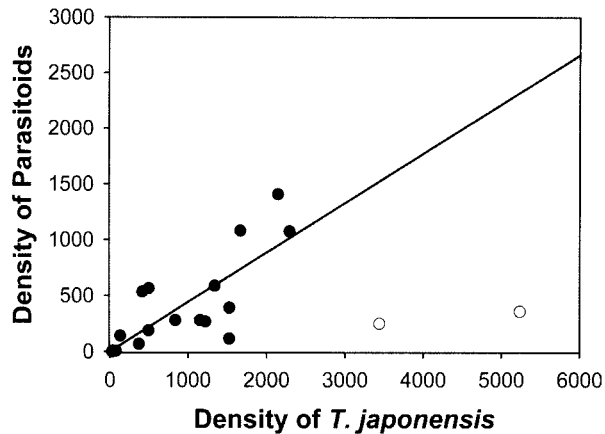


Figure 3. Relationship between density of *T. japonensis* and that of its parasitoids. The open circles indicate the density of *T. japonensis* in 1986 and 1987.

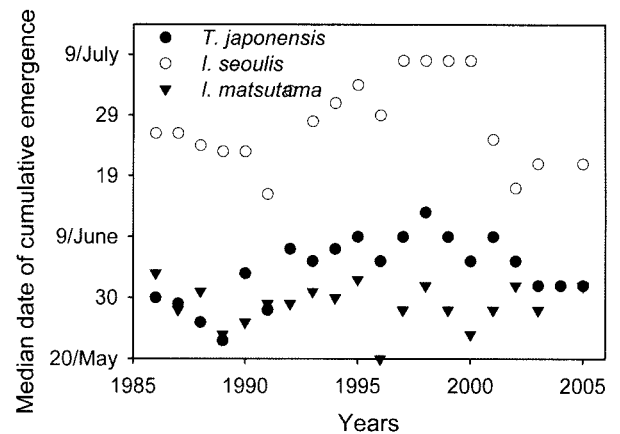


Figure 4. Annual variations in the median cumulative emergence date of *T. japonensis* and its parasitoids (*I. matsutama* and *I. seoulis*).

(Delayed density dependent)을 보이고 있다. 따라서 이러한 기생봉의 기능적인 반응차이가 소나무림의 피해 회복 기간을 일본보다 상대적으로 지연시키는 하나의 주요한 원인 이라고 생각된다. 그리고 본 조사와 Chung *et al.* (1998)의 연구결과를 종합하여 검토할 때, 현재 일부지역을 제외하고 우리나라 대부분의 소나무림에서 피해허용 수준 이하로 솔잎혹파리 개체군이 안정 상태에 있는 것은 제반 억제 인자들의 작용과 함께 기주밀도에 기생봉이 상응하여 반응하기 때문이라고 사료된다.

## 2. 성충의 우화시기

조사된 솔잎혹파리 및 기생봉의 매년 누적우화 중위수는 변이가 있었으나 연도 변화에 따른 경향은 없었다 ( $P>0.05$ ) (Figure 4). 1997년에 발생한 솔잎혹파리와 기생봉 각종의 우화시기를 Figure 5에 나타내었다. 기주인 솔잎혹파리는 5월16일~7월27일 사이에 우화하였고 혹파리 반뿔먹좀벌은 5월16일~6월11일, 그리고 솔잎혹파리먹좀벌은 6월9일~7월27일에 각각 우화하였으며, 20년간(1986-

2005)의 조사에서 세대간에 우화시기에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 조사결과를 종별로 검토해 보면, 혹파리 반뿔먹좀벌의 우화최성기는 기주인 솔잎혹파리의 우화초기와 일치하였다. 반면에 솔잎혹파리먹좀벌은 기주의 우화 후반기와 일치하였다. 이는 두 종의 기생봉이 시간적으로 격리되어 종간의 경쟁을 피하는 것으로 사료되며 이는 동일한 기주를 먹이로 하는 기생봉간의 생태적 지위 분화를 암시하는 것이다.

한편, 본 조사에서 관찰된 혹파리반뿔먹좀벌의 우화시기는 일본 사가현(佐賀縣)의 결과(Jeon *et al.*, 1981 ; 1982)보다 약 4주간 빨랐다. 이 원인은 현재 불명확하지만 온도의 차이에 기인하는 것이 아닌가 추측된다.

## 3. 솔잎혹파리와 기생봉의 성비

야외에서 채집된 솔잎혹파리와 기생봉의 성비를 Table 1에 나타내었다. 이에서 보듯이 솔잎혹파리의 성비는 58:42로 암컷편기였으며( $\chi^2=443.41$ ;  $df=1$ ,  $P<0.05$ ), 총 17,782 개체 중 암컷 10,295개체, 수컷 7,487개체였다. 이 결과는

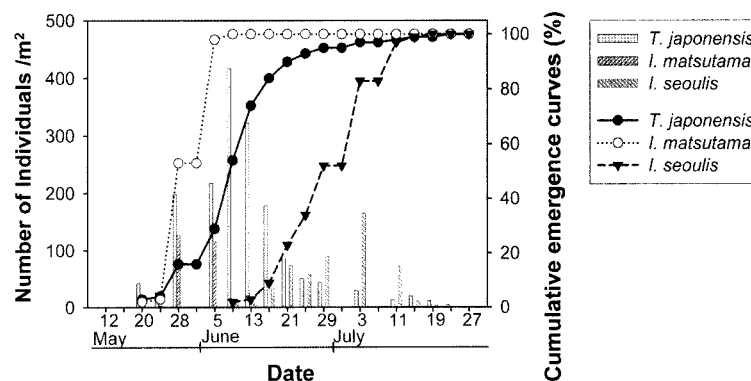


Figure 5. Field emergence of *T. japonensis* and its parasitoids, *I. matsutama* and *I. seoulis* in 1997 at Youngcheon, Kyeongbuk, Korea.

Table 1. The sex ratios of *T. japonensis*, *I. matsutama* and *I. seoulis*.

Year	<i>T. japonensis</i>			<i>I. matsutama</i>			<i>I. seoulis</i>		
	♀	♂	Sex ratio	♀	♂	Sex ratio	♀	♂	Sex ratio
1986	1,537	958	62:38	6	1	86:14	117	58	67:33
1987	2,390	1410	63:37	27	46	37:63	114	73	61:39
1988	582	525	53:47	17	16	52:48	25	26	49:51
1989	563	543	51:49	131	89	60:40	45	19	70:30
1990	164	107	61:39	2	6	25:75	34	7	83:17
1991	302	307	50:50	25	19	57:43	97	63	61:39
1992	418	468	47:53	74	41	64:36	43	37	54:46
1993	594	377	61:39	179	177	50:50	47	24	66:34
1994	373	463	45:55	60	35	63:37	67	42	61:39
1995	223	139	62:38	166	189	47:53	37	18	67:33
1996	907	647	58:42	286	265	52:48	276	194	59:41
1997	984	676	59:41	146	109	57:43	292	232	56:44
1998	714	493	59:41	284	207	58:42	169	124	58:42
1999	172	130	57:43	88	134	40:60	103	63	62:38
2000	50	47	52:48	25	22	53:47	39	17	70:30
2001	19	10	66:34	2	1	67:33	1	2	33:67
2002	28	25	53:47	1	1	50:50	2	1	67:33
2003	45	12	79:21	1	1	50:50	1	1	50:50
2004	12	8	60:40	0	0	-	0	0	-
2005	218	142	61:39	36	30	55:45	38	34	53:47
Total	10,295	7,487	58:42	1,556	1,389	53:47	1,547	1,035	60:40

일본 시마네현(島根縣) 마쓰에(松江)지방의 조사보고(Miura, 1962)와 거의 일치하였다. 그러나 일본 사가현(佐賀縣) 사가지방에서 조사된 연구결과(Jeon *et al.*, 1982)는 46:54의 비율로 암수 거의 같았다.

혹파리반빨먹좀벌은 성비가 53:47로 암수편기였으며( $\chi^2=9.50$ ;  $df=1$ ,  $P<0.05$ ), 총 2,945개체 중 암컷 1,556개체, 수컷 1,389개체였다. 솔잎혹파리먹좀벌 성비 역시 60:40으로 암컷편기였으며( $\chi^2=101.53$ ;  $df=1$ ,  $P<0.05$ ), 총 2582개체중 암컷 1,547개체, 수컷 1,035개체였다. 그러나 솔잎혹파리먹좀벌의 성비가 혹파리반빨먹좀벌에 비해 암컷편기정도가 높았다( $\chi^2=28.00$ ;  $df=1$ ,  $P<0.05$ ). 이 결과는 강원도 홍천과 충남 보령지방(Jeon *et al.*, 1985) 및 일본 사가현 사가지방에서 조사된 연구보고(Jeon *et al.*, 1982)와 거의 일치하였다.

한편, 각종(種)의 성비는 발생세대에 따라 우화개체수가 현저히 적은 경우를 제외하고는 큰 차이를 보이지 않았으며 이에서 추정할 때, 성비는 근본적으로 종마다의 고유한 특성이라고 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2004학년도 대구대학교 교내연구비지원에 의하여 이루어진 것으로 이에 깊이 감사합니다.

## 인용문헌

1. Chung, Y.J. 1997. Assessment of the Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) damage caused by the pine needle gall midge (*Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye). Doctoral thesis, Seoul Nat'l. Univ. 89pp.
2. Chung, Y.J., Y.S. Park, B.Y. Lee and T.S. Chon. 1998. Interactions between pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae), and its parasitoids in endemic regions of Korea. FRI Journal of Forest Science 59: 70-75.
3. Jeon, M.J., Z. Kuranaga, A. Taketani and T. Ishijima. 1981. Studies on the biology of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*(IX). The emergence period of the pine needle gall midge and its parasites in Nijino-Matsubara, Saga Prefecture. Bulletin of Kyushu Branch, Japanese Forestry Society 34: 229-230. (In Japanese).
4. Jeon, M.J., Z. Kuranaga and I. Ogouchi. 1982. Studies on the biology of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis*(X). Sex ratio and number of ovarian eggs of the midge and its parasites. Bulletin of Kyushu Branch, Japanese Forestry Society 35: 155-156. (In Japanese).
5. Jeon, M. J. 1983. The site of parasitization and the occurrence of solitary versus gregarious larval or egg-larval parasitism of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera, Cecidomyiidae), by *Platygaster mat-*

- sutama* and *Inostemma seoulis* (Hymenoptera: Platygasteridae). The Korean Journal of Entomology 13(2): 17-21.
6. Jeon, M.J., B. Y. Lee, J.H. Ko, T.Miura and Y. Hirashima. 1985. Ecology of *Platygaster matsutama* and *Inostemma seoulis* (Hymenoptera: Platygasteridae), egg-larval parasites of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae), ESAKIA (23): 131-143.
  7. Jeon, M.J. 1991. Ecology of *Inostemma matsutama* (Hymenoptera: Platygasteridae), an egg-larval parasite of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera, Cecidomyiidae) in Kyongsangbuk-do, Korea. Journal of Agricultural Science, Taegu Univ., 5: 47-56.
  8. Jeon, M.J. 2000. Comparative ecology of 4 parasitic wasps of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye (Diptera: Cecidomyiidae). The Journal of Science and Technology, Taegu Univ., 7(1): 29-41.
  9. Jeon, M.J. and S.C. Shin. 2002. Emergence periods and annual fluctuations of the number of emergence of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* (Diptera: Cecidomyiidae) and its parasites, *Inostemma matsutama* and *Inostemma seoulis* (Hymenoptera, Platygasteridae) from 1986 to 1997. Jour. Korean For. Soc. 91(5): 632-636.
  10. Ko, J.H. 1963. Studies on the ecology of *Isostasius* sp., the larval parasite of pine gall-midge (*Thecodiplosis pini-cola* Takagi). Research Report of Office Rural Development, Suwon 6(2): 91-95.
  11. Ko, J.H. 1965. Studies on the *Isostasius seoulis*(sp. nov.), the larval parasite of pine gall-midge (*Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye). Taxonomical and morphological studies. Research Report of Office Rural Development, Suwon 8(2): 91-96.
  12. Ko, J.H. 1966. Studies on the *Isostasius seoulis* Ko, the larval parasite of the pine gall-midge (*Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye) (3). The life-history. Research Report of Office Rural Development, Suwon 9(2): 59-67.
  13. Ko, J.H. and B.Y. Lee. 1971. Studies on the utilization of the hymenopterous parasites (*Isostasius seoulis* Ko and *Platygaster* sp.) of pine gall-midge. Research Report of Forest Research Institute (18): 85-94.
  14. Lee, B.Y. 1986. Studies on the population dynamics of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, in the frontal zones of its infestation. Doctoral thesis, Kyunghee Univ. 110pp.
  15. Miura, T. 1962. Studies on *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye and its important parasite, *Platygaster* sp. 186 pp+18 pls. Shimane Forest Experiment Station, Matsue. (In Japanese with English summary)
  16. Park, K.N. 1982. Studies on the effects of the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye, on the growth of the red pine, *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini. Doctoral thesis, Seoul Nat'l. Univ. 49pp.
  17. SAS institute. 1990. SAS user's guide. SAS institute, Cary, NC.
  18. Sone, K. 1986. Ecology of host-parasitoid community in the pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye (Diptera, Cecidomyiidae). Zeitschrift für angewandte Entomologie Band 102: 516-527.

---

(2005년 10월 28일 접수; 2006년 5월 2일 채택)