

밤나무혹벌의 기생천적 *Torymus sinensis*에 관한 생태학적 연구

Biological Studies on *Torymus sinensis* Kamijo (Hymenoptera, Torymidae), a Parasitoid of Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus Kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae)

김종국
Jong Kuk Kim

Abstract - *Torymus sinensis* was found to be a solitary ectoparasitoid attacking the larvae of *Dryocosmus kuriphilus*. The sex ratio of *Torymus sinensis* was close to 1 : 1 in foreign chestnut varieties. Under constant temperatures of 15°C, 20°C, and 25°C, the preoviposition period and longevity of the adult was longer at lower temperatures when fed on honey. Most of the *Torymus sinensis* female have mature eggs in their ovaries just after emergence. The number of mature eggs reached to average 22.5 individuals per female in four days, which was the highest value, after the emergence and then decreased gradually. Eggs were laid on the larvae of the host or attached on inner surface of the gall chamber. The eggs were oval in shape, measuring 0.49 mm length and 0.13 mm width and the color of the just oviposited egg was milky white. The larvae appeared in one day after being deposited at 20°C. The pupae, 2.25 mm length for female and 1.89 mm length for male, was milky white in color just after pupation but became black later. In Kangwon Province, development period of chestnut galls formed by *Dryocosmus kuriphilus* were mid April to late May and its primary parasitoid, *Torymus sinensis* adult, emerged from withered previous year galls in early April to early May. This species has one generation in a year, and hibernated with the matured larvae.

Key Words - *Dryocosmus kuriphilus*, Parasitoid, *Torymus sinensis*, Development

초 록 - 본 종은 밤나무혹벌의 유충을 공격하는 외부기생, 단독기생성 천적으로 판명되었으며 성비는 도입종의 벌레혹에 기생하는 경우 1:1이었다. 15°C, 20°C, 25°C 항온조건하에서 성충의 수명과 산란전기간은 온도가 낮을 수록 길었다. 우화 직후 성충은 난소 내에 성숙한 알이 관찰되었으며 우화 4일 후에 피크에 달하였고 이후 점차 감소하는 경향이였다. 알은 장타원형으로 유백색이며, 밤나무혹벌의 유충체표위 혹은 충방내 벽에 낳았다. 산란된 후 3~5일 이내에 부화(15~22°C)하였으며 노숙유충의 길이는 2.79 mm이었다. 유충은 이듬해 3월부터 용화하며 암컷용의 길이는 2.25 mm, 수컷용의 길이는 1.89 mm로 용화 초기에는 유백색을 띠나 이후에는 흑색으로 변하였다. 강원도 춘천지방에서 밤나무혹벌의 벌레혹은 4월 중순에 형성되어 5월하순까지 성장하였으며 밤색긴꼬리좀벌의 성충은 4월 상순에 우화하기 시작하여 5월 상순에 종료되었다. 본 종은 년 1세대 경과하였으며 성숙유충으로 월동하였다.

검색어 - 밤나무혹벌, 포식기생벌, 밤색긴꼬리좀벌, 발육

*이 논문은 1996년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 수행된 연구의 일부임
강원대학교 산림과학대학 산림자원보호학과 (Dept. of Forest Resources Protection, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea)

밤나무혹벌은 주요 밀원식물인 밤나무 자체를 고사시키는 것은 물론 종실생산량이 저하되는 밤나무 재배관리에 중요한 해충의 하나이다. 이 해충은 1959년 제천시지방에서 최초로 발생되었으며, 이후 전국으로 확산되었고(For. Res. Inst, 1968), 1980년 초기부터는 耐蟲性 樹種으로 알려진 도입 밤나무에도 피해가 발견된 바 있으며(Park *et al.*, 1981), 최근 발생면적이 증가하고 있는 실정이다. 그러나 본 해충은 유충기에 밤나무의 눈(芽)이나 엽맥 내에 벌레혹(gall)을 형성하고 그 속에서 생활하는 생태적 특성으로 인하여 화학적 방제의 경우 약제의 침투가 곤란하므로 효과적인 구제가 어렵고, 성충 발생기간 동안에 한정하여 약제를 살포하는 방법 또한 유용천적의 감소 및 환경오염 문제 등 각종 부정적인 문제를 일으키기 쉽다. 본 해충의 방제를 위하여는 이러한 제약조건을 해소할 수 있는 방법을 모색하는 것이 중요하며 이를 위하여는 개체군밀도조절에 관여하는 생물요인의 파악과 주요 생물요인의 생태학적 기초연구가 필요하다.

일본, 중국 등 인접국에서는 본 해충의 생물적 방제를 위한 기초자료의 축적이 활발히 진행되고 있으며(Yasumatsu 1951; Yasumatsu, 1958; Miyasida *et al.*, 1965; Yasumatsu and Kamijo, 1979; Kamijo, 1982; Luo *et al.* 1987; Huang and Liao, 1988). 특히 일본에서는 밤나무혹벌의 低密度維持에 관여하고 있는 종으로 사료되는 *Torymus sinensis* (신칭 : 밤색긴꼬리좀벌)을 중국으로부터 도입하여 생물적방제의 유효성(Murakami *et al.*, 1977; Murakami, 1981; Murakami and Kiyota, 1983; Murakami *et al.*, 1985; 1987; 1989; Murakami, 1990), 기원 및 생태형에 대한 연구가 수행되었다(Murakami *et al.* 1995).

국내의 경우 Park(1963)은 생물적 억제인자인 기생천적의 종류를 조사하여 기생벌 11종, 기생파리 1종을 보고하였으며 Ko and Kim(1966), Ko(1971) 등은 이들 천적 종류의 중간 기주를 조사하여 참나무에 형성된 충영 내에 기생하는 천적종류를 기록한 바 있다. 이후 Kim(1993)은 한국 미 기록종인 밤색긴꼬리좀벌을 포함하여 3종을 추가하였고, 기생천적 가운데 밤색긴꼬리좀벌이 최우점종이라 보고하였으며, Murakami *et al.* (1993)과 Murakami *et al.* (1995)은 지역에 따른 우화소장의 차이에 대하여 조사하여 국내에서 서식하는 밤색긴꼬리좀벌은 중국원산의 것과 우화시기가 다른 생태형이라하여 적어도 2가지 생태형의 존재 가능성을 시사한 바 있다. 이와 같이 국내에서는 현재까지 천적종류의 파악과 발생시기에 대한 연구가 수행되었을 뿐 천적의 생태적 특성에 관한 연구는 전혀 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구는 생물적 방제의 기초자료를 제공하기 위하여 강원도 춘천시지방에 서식하는 밤색긴꼬리좀벌의 발육단계별로 형태적 특징을

기재하였고, 성충의 수명 및 산란습성, 성비 등 생태적 특성을 조사하였다. 또한 벌레혹 형성과정과 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장을 조사하여 동조(synchronization) 정도를 파악하였다.

재료 및 방법

1. 형태기재

춘천시 동면에 위치한 밤나무 조림지의 고정조사목으로부터 4월부터 8월까지의 기간과 12월에 벌레혹을 시기별로 채집하여 실체현미경하에서 벌레혹을 절개한 후, 蟲房(gall chamber)內的 밤나무혹벌유충에 산란된 알과 성장중인 유충 및 용을 수집하였다. 발육단계별로 15개체에 대하여 형태의 크기를 현미경하에서 측정하였으며, 유충은 Takagi(1970)의 방법을 응용하여 표본을 제작한 후 충체의 각 부분을 관찰 기재하였다.

2. 성비(性比) 및 수명(壽命)

성비를 조사하기 위하여 1996년과 1997년 2월에 밤나무 조림지 및 춘천시 근교의 산림 내에 생육하는 재래종 밤나무로부터 벌레혹(300개)을 채집하여 실험실(12~21°C)에 보관하며 우화하는 총 개체수를 조사하였으며 성충은 실체현미경을 이용, 관찰하여 산란관의 有無로 암수(雌雄)를 구분하였다. 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장 조사시 10~11시에 우화한 未交尾個體를 이용하여 온도 및 먹이조건별 성충의 수명을 조사하였다. 우화직후의 성충을 유리용기(직경 2 cm, 길이 6.5 cm)에 넣고 15±1°C, 20±1°C, 25±1°C의 항온, 65±5% 상대습도, 14L:10D 광주조건하에서 사육하였다. 성충은 식이물로 꿀 원액을 공급한 것과 먹이를 전혀 공급하지 않은 것으로 구분하였으며, 꿀물의 공급은 원액을 여과지에 묻혀 유리용기의 내벽에 붙여 주는 방법을 사용하였고 24시간마다 새로운 먹이로 교체하였다.

3. 난소란수(卵巢卵數) 및 산란전기간(産卵前期間)

난소내의 알을 조사하기 위하여 벌레혹으로부터 우화직후의 암컷성충을 채집한 후 10개의 유리용기(직경 5 cm, 길이 15 cm)에 15~20마리씩 넣고, 꿀원액을 공급하며 사육하였다. 충분한 공시개체를 확보하기 위하여 10일간 동일한 방법을 반복하였다. 우화 후 경과일수별(우화당일부터 12일까지 2일 1회 조사)로 10개체를 선택, 해부현미경하에서 복부를 해부하여 난소란수(卵巢卵數)를 조사하였다. 한편 밤색긴꼬리좀벌의 성충은 실내의 우화상으로부터 10~11시에 우화한 암수개체를 채집하여 유리용기(직경 14 cm, 길이 12 cm)에 넣고 2시간동안 교미여부를 확인하였다.

실험에 사용한 벌레혹은 조사지에서 3월 중순~하순에 밤나무가지를 절취하여 실내에서 수삽(水插)한 후 형성된 벌레혹을 이용하였다. 5개의 벌레혹이 형성된 가지를 수삽한 후 유리용기에 넣고, 교미가 확인된 밤색긴꼬리좀벌 암컷성충 1마리를 방사하였으며 방사 24시간 후에 공시한 벌레혹을 해부현미경을 이용하여 산란여부를 조사하였다. 성충은 꿀 원액을 3일마다 보충 공급하였으며 기주인 벌레혹은 매일 새로운 개체로 교환하였다.

4. 蛹의 발육기간

1996년 2~3월에 고정조사지의 밤나무에서 벌레혹을 채집, 사육하며 실체현미경하에서 절개하여 밤색긴꼬리좀벌의 蛹를 분리하였다. 蛹化初期의 개체(겹눈이 유백색으로 용화 후 1~2일 경과한 개체)를 타원형의 젤라틴캡슐(길이 20.0 mm, 직경 6.5 mm)에 넣고 각 20°C, 25°C의 항온, 65%±5%의 상대습도, 14L:10D의 광주조건하에서 사육하였다. 성충의 우화상황은 매일 일정시간에 실체현미경을 이용하여 관찰하여 각 항온조건별로 밤색긴꼬리좀벌의 발육기간을 조사하였다.

5. 벌레혹의 발육경과와 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장

밤나무혹벌에 의하여 생성된 벌레혹의 형성과정과 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장과 동조성(synchronization)을 조사하기 위하여 춘천시 동면 소재의 밤나무조림지에서 5본의 고정조사목을 선정 후 3월부터 7월까지의 기간동안 5일 간격으로 임의로 50개의 벌레혹을 채집하였으며 캘리퍼스를 이용하여 벌레혹의 크기를 측정하였다. 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장은 500개의 벌레혹을 3월에 채집하여 5개의 우화상(직경 14 cm, 길이 12 cm)에 넣고 이를 직사광선이 차단되는 야외의 철망 cage內에 보관하며 매일 11~12시에 우화하는 개체를 채집하여 개체수를 기록하였다.

결과 및 고찰

1. 알, 유충, 용의 기재

알: 벌레혹내의 밤나무혹벌 유충체표에 직접 산란하거나 혹은 蟲房의 內壁에 산란된 알은 백색으로 장타원형이다. 산란직후 알의 길이는 0.49 ± 0.01 mm, 폭 0.13 ± 0.00 mm로 끝 부분에는 卵柄(egg stalk)이 존재한다(그림 1, A).

유충: 부화직후 유충의 몸체는 유백색이며 몸 표면에 털이 밀생되어 있고 길이는 0.62 ± 0.02 mm이다. 유충은 밤나무혹벌의 체외에 기생하여 섭식, 발육한다. 성숙유충은 hymenopteriform(Clausen, 1940)형 이

고, 몸색은 담황색을 띠며 길이는 2.79 ± 0.19 mm이다. 또한 큰턱(mandible)은 짙은 갈색을 띠며 명료하게 관찰되며, 길이는 0.13 ± 0.01 mm이다. 유충은 머리를 포함하여 14마디이고 제 2마디부터 제 8마디까지 배면의 절간막은 짙은 갈색을 띠며 명료하게 관찰된다(그림 1, B). 제 3마디부터 11마디까지 9쌍의 기문이 존재하며, 가는 털이 밀생하여 있다(그림 1, C).

용: 부숙지는 몸체에 부착하여 蛹化하며, 용화 초기에는 유백색을 띠나 시간 경과하면서 單眼 및 複眼은 등적색, 몸은 날개 기부부터 흑색을 띠기 시작하며 완전 성숙하면 광택이 있는 흑색으로 변화한다. 용의 길이는 암컷이 2.24 ± 0.08 mm, 수컷이 1.89 ± 0.16 mm이다(그림 1, D).

2. 성비 및 수명

밤나무 품종별(재래종, 외래종) 년도별 및 장소별로 밤색긴꼬리좀벌의 성비를 조사한 결과는 표 1, 2와 같다. 밤나무 품종별로 형성된 벌레혹으로부터 우화한 밤색긴꼬리좀벌의 연도별 성비율은 재래종의 경우 암컷비율이 59.2~64.1%로 높았고 ($p < 0.005$, χ^2 -검정), 외래종(축파)의 경우 암컷비율이 51.8~53.0%로 수컷비율과 차이가 없었으며 ($p > 0.1$, χ^2 -검정), 품종 모두 암컷비율의 연도별 변화는 적었다. 또한 경기도, 경상북도, 전라남도 지방의 장소별 암컷비율은 50% 전후로 차이가 없었다.

Murakami(1990)는 본 종의 성비를 조사하여 중국의 개체군은 암컷비율이 54~63%이고, 일본에 방사한 개체군은 방사 이후 8년까지 암컷비율이 40% 이하로 낮았으나 그 이후 개체군 밀도의 증가와 함께 암컷비율이 48~66%로 증가하였다고 보고한 바 있다. 본 조사의 경우 재래종이나 외래종 모두 암컷비율이 50% 이상인 것으로 미루어 모든 조사지역은 오래 전부터 본 종이 정착하여 밀도의 증감이 반복되고 있는 것으로 사료된다. 한편 Flanders(1956)와 Sandlan(1979)은 기생천적의 성비는 환경조건이나 기주의 종류에 영향을 받는다고 하였는데 본 조사 결과 재래종 밤나무의 벌레혹으로부터 우화한 기생벌의 암컷비율이 외래종 밤나무에 비하여 다소 높았다. 본 종의 경우 서식환경보다는 기주의 종류에 따라 지배받는 것으로 사료되나, 금후 기주와 관련하여 배우행동 등에 대한 검토가 필요하다.

한편 먹이종류 및 온도(15°C, 20°C, 25°C)에 따른 밤색긴꼬리좀벌의 성충수명을 조사한 결과는 표 3과 같다. 기생벌의 수명은 각 항온조건 모두 꿀 원액을 공급한 실험구보다 먹이를 공급하지 않은 실험구에서 극히 짧았다. 꿀 원액을 공급한 경우의 수명은 수컷보다는 암컷이, 고온에서보다는 저온에서의 생존기간이 긴 경향을 보였으며 15°C에서 암컷성충이 53.6 ± 12.5

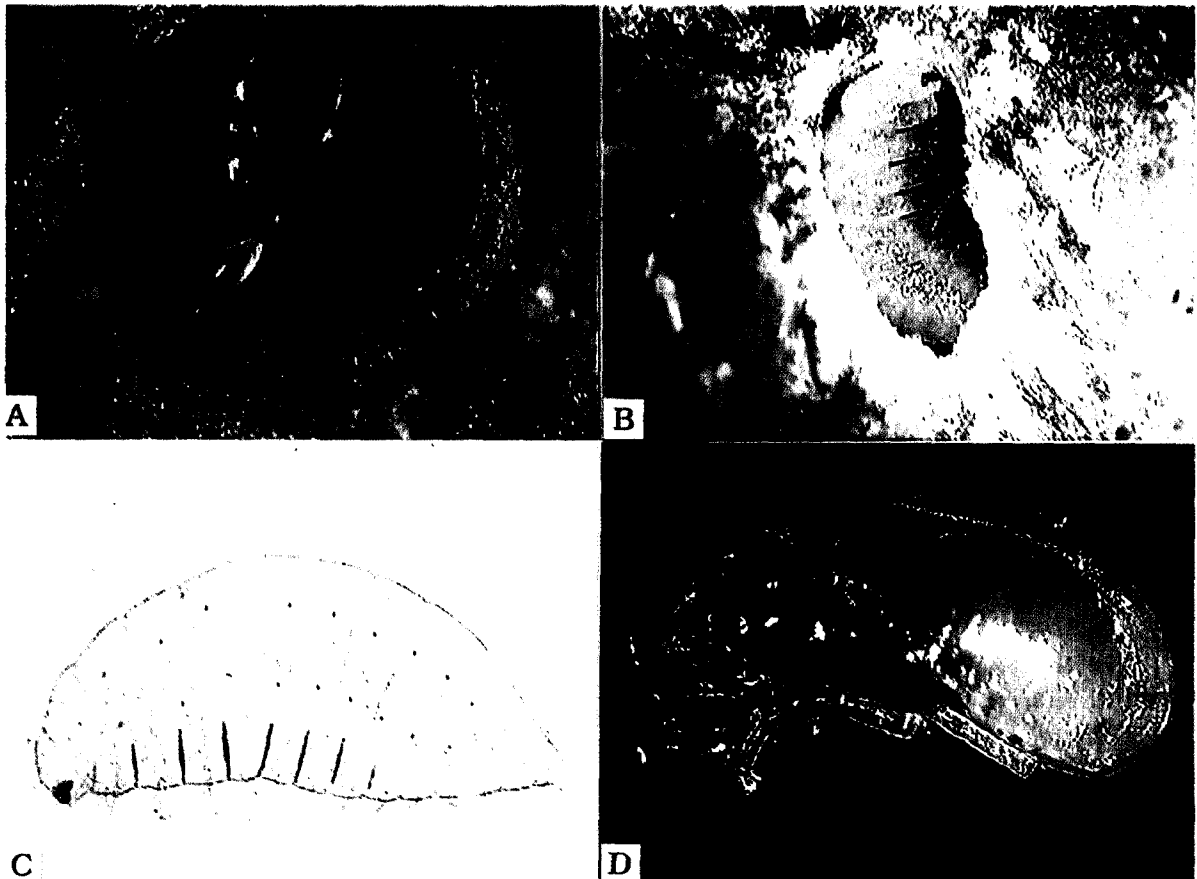


Fig. 1. Immature stages of *Torymus sinensis* (A: egg in gall chamber, B: mature larva, C: spiracles of mature larva, and D: female pupa).

Table 1. Sex ratio of *Torymus sinensis* established at the different Chestnut orchards in Kangwon Province

Variety	Generation	No. of emerging adults		Female ratio (%)
		Female	Male	
Native	1995	125	86	59.2
	1996	134	75	64.1
	1997	117	72	61.9
Foreign	1995	70	63	52.6
	1996	166	147	53.0
	1997	172	160	51.8

일로 가장 오래 생존하였다. 먹이를 공급하지 않은 경우의 수명은 저온에서 긴 경향이었으나 5일 이내에 사망하였다. Piao and Moriya (1992)는 꿀 원액을 공급하며 밤색진꼬리좀벌의 생존기간을 조사한 결과 야외 조건하(4월)에서 未交尾암컷이 45.4 ± 8.1 일, 수컷이 44.2 ± 12.3 일, 온도 15°C와 25°C, 습도 80~85%, 광주

Table 2. Sex ratio of *Torymus sinensis* established at the investigation site in 1997

Investigation site	No. of emerging adults		Female ratio (%)
	Female	Male	
Kyonggi	279	250	52.7
Kyongbuk	156	142	52.3
Chonnam	257	266	49.2

기 16L-8D 조건하에서 既交尾 암컷이 각 43.0일과 15.1일, 수컷이 24.2일과 10.8일로 보고하였다.

3. 난소란수의 변화와 산란전기간

밤색진꼬리좀벌의 성충은 우화직후 교미행동이 관찰되며 교미행동이 종료된 성충의 난소란수의 변화는 그림 2와 같다. 난소소관은 3쌍이며 각 개체마다 난소소관 내의 성숙란의 수는 다르게 관찰되었다. 우화직 후부터 난소 내에는 평균 6.7개의 성숙란이 관찰되었

Table 3. Effect of food and temperature on the longevity of *Torymus sinensis*

Food	Temperature	Sex	No. of individuals examined	Longevity (days ± SD)
Honey	15°C	Female	21	53.6 ± 15.5
		Male	20	46.7 ± 14.3
	20°C	Female	20	41.0 ± 11.3
		Male	20	24.4 ± 10.0
	25°C	Female	20	20.5 ± 6.4
		Male	20	12.8 ± 5.9
None	15°C	Female	26	3.5 ± 0.9
		Male	28	3.1 ± 0.7
	20°C	Female	26	2.3 ± 0.7
		Male	26	1.5 ± 0.5
	25°C	Female	25	1.8 ± 0.7
		Male	26	1.3 ± 0.3

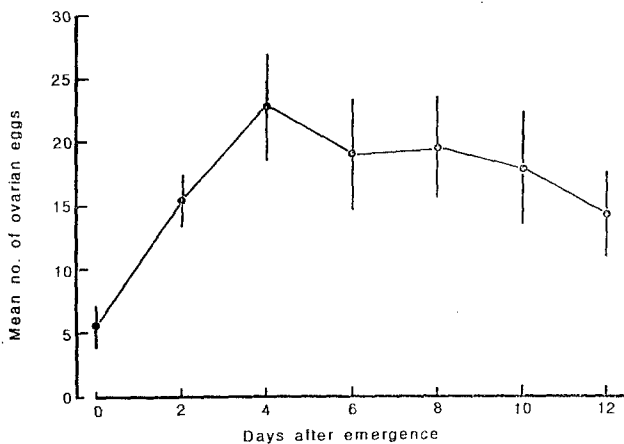


Fig. 2. Average number of ovarian eggs of *Torymus sinensis* after emergence. Vertical lines show the standard errors.

으며 4일째까지 계속 증가하여 평균 22.4개로 피크에 달하였고 이후 점차 감소하였으며 우화 10일 후에는 17.0개이었다. 금후 일령(日齡)의 경과에 따른 난소내의 성숙란수의 변화에 관한 상세한 검토가 요구된다.

성충의 산란전기간은 표 4와 같이 15°C에서 4.5일, 20°C에서 2.6일, 25°C에서 2.4일로 저온에서 길었다. 알은 벌레혹 표면에 산란관을 찢어 넣고 밤나무혹벌의 유충 몸 표면이나 충방(蟲房)내에 낳았다. 15~22°C의 실온에서 알 기간은 3~5일이었다. 충방당 알수는 1개 산란한 개체가 가장 많았으나 최고 7개 산란된 충방도 관찰되었다. 이와 같이 다수 산란된 충방의 경우 성충 1마리가 연속적으로 산란한 것인지 시간간격을 두고 중복하여 산란한 결과에 기인한 것인지에

Table 4. Preoviposition periods of *Torymus sinensis*

Temperature	No. of individuals examined	Preoviposition period (day ± sd)
15°C	9	4.5 ± 2.4
20°C	10	2.6 ± 1.3
25°C	11	2.4 ± 1.6

Table 5. Duration of pupal stage of *Torymus sinensis* reared at different temperatures

Temperature	Sex	No. of individual examined	Duration (days ± sd)
20°C	Male	11	10.9 ± 2.3
	Female	10	14.3 ± 2.2
25°C	Male	12	7.2 ± 3.4
	Female	10	9.4 ± 3.0

대하여는 금후 산란행동에 대한 검토가 필요하다. 단 다수 산란한 경우에는 동종포식(cannibalism)에 의하여 1개만이 우화에 성공하는 것으로 관찰되었다.

4.蛹의 발육기간

20°C 및 25°C의 항온조건하에서 밤색긴꼬리좀벌 용에 대한 발육소요일수를 조사한 결과, 20°C에서 수컷용이 10.2 ± 2.3일, 암컷용이 13.3 ± 2.2일이었고, 25°C에서 수컷용이 7.2 ± 3.4일, 암컷용이 9.4 ± 3.0일이었다. 두 온도조건 모두 수컷용의 발육기간이 암컷용에 비하여 짧았다.

5. 기주와의 동조성(synchronization)

밤나무혹벌의 생물적 방제의 가능성을 모색하기 위하여 벌레혹의 형성과정과 밤색긴꼬리좀벌의 우화소장을 조사한 결과는 그림 3과 같다. 춘천지역의 밤나무 개엽(開葉)은 4월 17일 이후부터 시작하였고, 밤나무혹벌에 기생된 눈(芽)은 개엽과 동시에 벌레혹이 형성되기 시작하여 4월 25일 벌레혹의 크기는 3.1 ± 1.0mm이었고, 30일 후인 5월 25일에는 15.1 ± 1.7mm로 완전히 성숙하였다. 밤색긴꼬리좀벌의 성충은 4월 5일부터 우화하기 시작하여 4월 25일에 피크를 보였고, 5월 5일에 종료하였으며 수컷은 암컷보다 다소 빠르게 우화하는 경향이였다. 50% 우화일은 4월 22일 전후로 벌레혹의 형성시기보다 2~4일 빨랐다.

본 종의 암컷은 벌레혹으로부터 탈출 직후 난소란이 발달되어 있으나 산란까지의 기간이 15~20°C에서 2.0~4.5일 소요되는 점, 우화기간 초기에 출현한 성충은 다수의 밀원식물이 미성숙 시기이므로 자연으로부터 식물(食餌物) 획득이 어려운 점 등의 원인으로

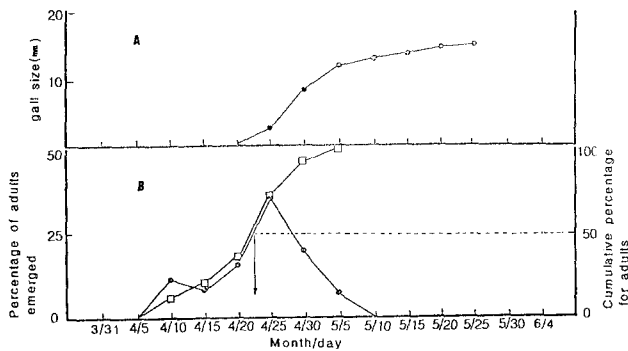


Fig. 3. Relationship between development of *Dryocosmus kuriphilus* galls (A) and seasonal fluctuation of the emergence of *Torymus sinensis* Yasumatu et Kamijo (B).

벌레혹이 형성되기 이전에 우화한 개체는 기주와 동조하지 못하고 사망하는 것으로 사료된다.

Murakami (1981)는 *Torymus beneficus*와 *Torymus sinensis*의 우화소장을 조사하여 *Torymus beneficus*는 우화시기와 벌레혹의 형성기간이 완전히 일치하지 않으나 중국으로부터 도입한 *Torymus sinensis*는 기주와의 동조(synchronization)함을 보고한 후 이에 대한 생물적 방제를 시도하였다. 이후 Murakami et al. (1993)과 Murakami et al. (1995)는 한국에 분포하는 밤색진 꼬리좀벌은 중국에 분포하는 개체군과 우화시기가 다른 생태형에 속하며 한국 내에서도 경기도 및 강원도 중부지방에 분포하는 개체군과 경남 등 남부지방에 분포하는 개체군은 서로 다른 생태형이 존재할 가능성을 보고하였고 우화시기가 기주와 완전 동조하지 않으므로 밤나무혹벌의 개체군 밀도를 효과적으로 억제하는 생물인자는 아닐 것으로 추정하였다. 그러나 Kim (1993)은 강원, 경기, 서울, 경북, 전남지역에서 최우점종으로 보고한 바 있고, 본 조사 결과 우화 개체수의 50%는 기주인 밤나무혹벌의 벌레혹 형성시기와 일치하고 있는 점 등으로 미루어 기주밀도의 억제요인으로 작용하는 중요한 생물요인으로 사료된다. 금후 온도와 관련한 우화소장, 생태형의 파악과 기주와의 동조성에 대한 지역별 검토 등, 밤나무혹벌의 생물적 방제를 위한 응용적인 연구가 추진되어야 할 것이다.

인용문헌

- Clausen, C.P. 1940. *Entomophagous Insects*. 688pp. McGraw-Hill, New York.
- Flanders, S.E. 1956. The mechanism of sex ratio regulation in the Hymenoptera. *Ins. Soc.* 3: 325~334.
- Forestry Research Institute. 1968. Annual Report of Forest Pest Monitoring. 69 pp. FRI.
- Huang, J. and Y. Liao. 1988. Studies of the natural enemies of chestnut gall wasp in China. *Scientia silvae sinicae*. 24(2): 162~169.
- Kamijo, K. 1982. Two new species of *Torymus* (Hymenoptera, Torymidae) reared from *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae) in China and Korea. *Kontyu*. 50(4): 505~510.
- Kim, J.K. 1993. Natural Enemies of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae) and Their Seasonal Prevalence of Adult Emergence in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 32(3): 285~290.
- Ko, J.H. 1971. Notes on *Eudecatoma variegata* Curtis (Hymenoptera, Eurytomidae) as a parasite of the gall wasps (Cynipidae) in Korea. *Kor. J. Entomol.* 1(1): 25~26.
- Ko, J.H. and Y.L. Kim. 1966. Studies on the Parasitic Hymenoptera of the Chestnut Gall-wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu). *The Alternate Hosts. Res. Rep. For. Res. Inst.* 9(2): 21~28.
- Luo, Y., J. Huang and D. Liao. 1987. studies on the distribution and biology of *Torymus sinensis* Kamijo. *J. Bei. For. Univ.* 9(1): 47~56.
- Miyashita, K., Y. Ito, K. Nakamura, M. Nakamura and M. Kondo. 1965. Population dynamics of the chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae). III. Five year observation on population fluctuations. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 9: 42~52.
- Murakami, Y., K. Umeya and N. Oho. 1977. A Preliminary Introduction and Release of a Parasitoid (Chalcidoidea, Torymidae) of the Chestnut Gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Cynipidae) from China. *Jap. J. Appl. Ent. Zool.* 21(4): 197~203.
- Murakami, Y. 1981. The parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae) in Japan and the introduction of a promising natural enemy from China (Hymenoptera, Chalcidoidea). *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.* 25(4): 167~174.
- Murakami, Y. 1981. Comparison of the adult emergence periods between *Torymus (Syntomaspis) beneficus*, a native parasitoid of the chestnut gall wasp and a congeneric parasitoid imported from China (Hymenoptera, Torymidae). *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu.* 27: 156~158.
- Murakami, Y. and Y. Kiyota. 1983. Colonization of imported *Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo (Hymenoptera, Torymidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera, Cynipidae). (1) A release test in Kumamoto Prefecture. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu.* 29: 155~157.
- Murakami, Y., M. Uemura and Y. Gyoutoku. 1985. Colonization of imported *Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo (Hymenoptera: Torymidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera: Cynipidae). (2) Recovery in Kumamoto Prefecture. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu.* 31: 216~219.

- Murakami, Y., M. Uemura and Y. Gyoutoku. 1987. Colonization of imported *Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo (Hymenoptera, Torymidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera, Cynipidae). (3) Effectiveness of an improved treatment of pruned twigs. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 33: 195~198.
- Murakami, Y., M. Uemura, Y. Gyoutoku and Y. Kiyota. 1989. Colonization of imported *Torymus (Syntomaspis) sinensis* Kamijo (Hymenoptera, Torymidae) parasitic on the chestnut gall wasp (Hymenoptera, Cynipidae). (4) Trends in host densities and parasitization during six years following release. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 35: 134~137.
- Murakami, Y. 1990. Release and establishment of a parasitoid for the chestnut gall wasp, *Torymus (Syntomaspis) sinensis* in Kyushu. Shokubutsu Boeki 44(9): 29~32.
- Murakami, Y., N. Ohkubo and Y. Gyoutoku. 1993. Origin of *Torymus (Syntomaspis) sinensis* native to Tsushima Islands (Hymenoptera, Chalcidoidea). Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu. 39: 124~126.
- Murakami, Y., N. Ohkubo, S. Moriya, Y. Gyoutoku, C.H. Kim and J.K. Kim. 1995. Parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* (Hymenoptera, Cynipidae) in South Korea with Particular Reference to Ecologically Different Types of *Torymus (Syntomaspis) sinensis* (Hymenoptera, Torymidae). Appl. Entomol. Zool. 30(2): 277~284.
- Park, Sea Wook. 1963. Studies on the Natural Enemies of Chestnut Gall Wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu) (Part I). Rep. Res. Min. Agr. Forest. 13pp
- Park, C.D., S.O. Lee, K.N. Park and J.H. Ko. 1981. Studies on the Ecology of Chestnut Gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu, Attacking to the Resistant Chestnut Trees and Its Damaged. Res. Rep. For. Res. Inst. 28: 197~205.
- Piao, C.S. and S. Moriya. 1992. Longevity and Oviposition of *Torymus sinensis* Kamijo and Two Strains of *T. beneficus* Yasumatsu et Kamijo (Hymenoptera, Torymidae). Jap. J. Appl. Ent. Zool. 36(2): 113~118.
- Sandlan, K. 1979. Sex ratio regulation in *Coccygomimus turionella* Linnaeus (Hymenoptera, Ichneumonidae) and its ecological implications. Ecol. Entomol. 4: 365~378.
- Takagi, S. 1970. A new method for making balsam mounts of small insects. Shokubutsu Boeki 24(9): 393~396.
- Torii, T. 1959. Studies on the biological control of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera, Cynipidae) with particular reference to the utilization of its indigenous natural enemies. J. Fac. Agr. Shinshu Univ. 2: 71~149.
- Yasumatsu, K. 1951. A new *Dryocosmus* injurious to chestnut trees in Japan (Hym., Cynipidae). Mushi. 22: 89~92.
- Yasumatsu, K. 1958. Investigation on the distribution and release of natural enemies of the chestnut gall wasp. Report appl. Res. Min. Agr. Forest. Tokyo 1958: 35~59.
- Yasumatsu, K. and K. Kamijo. 1979. Chalcidoid parasites of *Dryocosmus kuriphilus* Yasuatsu (Cynipidae) in Japan with description of five new species (Hymenoptera). Esakia. (14): 93~111.

(1998년 6월 24일 접수, 1999년 7월 10일 수리)