

밤나무혹벌의 寄生天敵에 關한 研究^{*1}

金 鍾 國²

Studies on the Parasitoids of Chestnut Gall Wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu(Hymenoptera : Cynipidae) in Korea^{*1}

Jong kuk Kim²

要 約

강원도 춘천시에서 6월 - 7월에 채집된 밤나무혹벌의 총영(蟲廕)으로부터 우화한 寄生天敵의 종류는 9種이었으며, 5조사장소에서 12월에 채집된 총영으로부터 우화한 종류는 8種이었다. 1차기생벌은 *Torymus sinensis*, *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Megastigmus nipponicus*, *Megastigmus maculipennis*, *Eurytoma brunniventris*, *Ormyrus flavitibialis*, *Ormyrus punctiger*, *Eupelmus urozonus*, 이었고, 2차기생벌은 *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Eupelmus sp.*, *Eurytoma setigera*, *Ormyrus punctiger*, *Torymus sp.*이었으며 2차기생벌 가운데 數種은 任意的高次寄生者이었다. 모든 천적 가운데 밤색진꼬리좀벌이 최우점종이었다. 춘천지역에서의 밤나무혹벌 被害率은 世代가 經過함에 따라 減少하는 경향이었으나 밤색진꼬리좀벌의 寄生率은 점차 增加하였다. 밤색진꼬리좀벌을 제외한 참나무혹사리좀벌, 노란꼬리벼룩좀벌, 남색진꼬리좀벌, 검은남색좀벌의 기생율은 4.0% - 10.5%이었다. 밤색진꼬리좀벌의 사망은 6월부터 10월까지의 기간에 발생되며 사망원인은 주로 2차기생벌에 의한 것으로 판명되었다. 또한 밤색진꼬리좀벌의 우화기간은 4월초순부터 5월초순까지였으며 50% 累積羽化日은 4월 21일이었다. 참나무혹사리좀벌, 노란꼬리벼룩좀벌, 남색진꼬리좀벌, 검은남색좀벌의 50% 累積羽化日은 각각 4월 25일, 4월 30일, 5월 4일, 5월 22일이었다.

ABSTRACT

9 species of parasitoids emerged from chestnut gall samples collected at Chunchon, Kangwon in June to July 1995 - 1997, and 8 species emerged from gall samples at the 5 investigation sites in December 1997. The primary parasitoids among them were *Torymus sinensis*, *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Megastigmus nipponicus*, *Megastigmus maculipennis*, *Eurytoma brunniventris*, *Ormyrus flavitibialis*, *Ormyrus punctiger*, *Eupelmus urozonus*, while the secondary parasitoids were *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Eupelmus sp.*, *Eurytoma setigera*, *Ormyrus punctiger*, *Torymus sp.*. Some of secondary parasitoids were facultative hyperparasitoids, parasitizing the gall wasp as well as primary parasitoids. Among these natural enemies, *Torymus sinensis* was dominant at all sites. At Chunchon, the rate of gall formation showed decreasing tendency as the function of generation and the parasitism rate of *Torymus sinensis* showed increasing tendency gradually. But the rate of parasitization of the secondary parasitoids(*Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Torymus geranii*, *Ormyrus punctiger*) ranged from 4.0% to 10.5%. The mortality was high during June to October which was immature stage of *Torymus sinensis*, and mainly caused by secondary parasitoids.

¹ 接受 1998年 6月 26日 Received on June 26, 1998.

² 강원대학교 산림과학대학 산림자원보호학과 Dept. of Forest Resources Protection, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

* 이 논문의 일부는 1996년 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

Torymus sinensis emerged from April to May and the estimated dates of 50% emergence was 21st April. The estimated dates of 50% emergence for the other, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Torymus geranii*, and *Ormyrus punctiger* were 25th April, 30th April, 4th May, and 22nd May, respectively.

Key words : Dryocosmus kuriphilus, *Torymus sinensis*, parasitism, emergence, host relation.

緒論

밤나무혹벌은 밤나무새순에 충영을 형성하고 그 속에서 발육하므로 농약을 이용한 방제는 효과가 미약하고 오히려 害蟲의 藥劑抵抗性이나 環境汚染 등의 문제가 발생할 우려가 있으며, 耐蟲性品种이 開發되었으나 이를 품종 역시 밤나무혹벌 피해가 확인된 바 있다(於保 등, 1970; 박지우 등, 1981). 이에 생물적 방제 연구가 시도되어 국외의 경우 밤나무혹벌의 밀도억제와 관련하여 기생자의 종류 파악은 물론 주요 기생벌의 생태 및 寄生樣式 등이 구명되었고(安松, 1958; Miyashita et al., 1965; Yasumatsu, K. & K. Kamijo, 1979; Torii, T. 1959; 村上, 1981; Murakami, 1981; Huang et al., 1988; Luo et al., 1987), 특히 일본의 경우는 중국으로부터 유력한 천적으로 사료되는 *Torymus sinensis*(신칭 : 밤색진꼬리좀벌)를 도입하여 이를 이용한 생물적 방제의 가능성을 모색하고 있다(村上 등, 1977; 村上, 1980; 1983; 村上 등, 1985; 村上 등, 1987; 村上 등, 1989; 村上 등, 1990). 국내의 경우 본 해충에 기생하는 천적종류 11종 및 中間寄主 등이 조사되었으며(朴世旭, 1963; 高濟鑄·金永洛, 1966), 최근 김종국(1993)은 밤나무혹벌의 天敵을 再調査하여 *Torymus sinensis* Yasumatsu et Kamijo, *Torymus geranii* (Walker), *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg, *Megastigmus nipponicus* Yasumatsu et Kamijo, *Megastigmus maculipennis* Yasumatsu et Kamijo, *Ormyrus flavitibialis* Yasumatsu et Kamijo, *Ormyrus punctiger* Westwood, *Eupelmus urozonus* Dalman, *Eurytoma setigera* Mayr, *Eupelmus* sp., *Sycophila variegata* (Curtis) 등 기생벌 11종과 기생파리 1종을 발표하였다. 또한 경기지방에 있어서 이들 종의 構成比率 및 主要種에 대한 羽化消長을 보고하였으며, 기생벌 가운데 최우점종인 *Torymus sinensis*에 대한 생태

학적인 특성을 보고하였다(김종국, 1998). 이들 천적의 기주인 밤나무혹벌은 1959년에 최초로 확인된 이래 1960년대 후반기에 전국으로 확산된 바 있으며(林業試驗場, 1968), 현재 本害蟲의 發生密度의 재증가로 인하여 피해지역이 확대되고 있고, 특히 耐蟲性品种으로 알려진 도입밤나무 조림지의 被害面積이 增加하고 있으나 이에 대한 효과적인 방제가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 해충의 個體群密度를 抑制하는 生物要因의 把握과 役割을 究明하기 위하여 국내 5地域(강원도, 경기도, 경상북도, 경상남도, 전라남도)의 밤나무 조림지에서 충영내에 越冬하는 천적의 종류를, 강원도 춘천지방에서는 年中 羽化하는 寄生天敵種類와 寄生樣式, 羽化消長 등을 조사하였으며, 또한 최우점종인 밤색진꼬리좀벌(Fig. 1)의 寄生率 및 生存率 등을 조사하여 밤나무혹벌의 被害率 增減과 관련한 기생벌의 有效性을 평가하였다.

材料 및 方法

1. 밤나무혹벌의 寄生天敵의 種類 및 個體數

1995년부터 1997년까지 밤나무혹벌충영으로부터 10월 이전에 羽化하는 기생천적을 조사하기 위하여 강원도 춘천시 밤나무 조림지에서 6월 - 7월에 20그루의 피해목으로부터 임의로 녹색충영

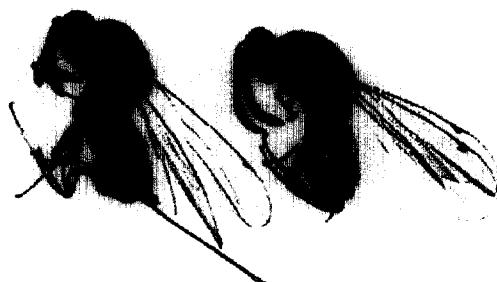


Fig. 1. Female(left) and male(right) adult of *Torymus sinensis*

500개를 채집하였다. 충영은 室內에서 건조시킨 후 5개의 羽化箱(유리용기 : 직경14cm, 길이12cm)에 넣고 이를 야외의 철망cage內에 보관하고 우화하는 기생벌의 종류 및 개체수를 조사하였다. 한편 충영內에서 월동하는 기생천적의 종류 및 개체수의 변화를 조사하기 위하여 2월에 갈색충영을 채집하여 上述한 우화상 및 철망cage에 넣고 기생벌의 종류 및 개체수를 조사하였다. 1997년 2월에 전라남도 나주군 산포면, 경상북도 경주군 외동면, 경상남도 진양군 미천면, 경기도 남양주군 별내면, 경기도 수원시 임목육종연구소, 강원도 춘천시 동면의 밤나무 조림지에서 200개 - 500개의 충영을 채집하여 충영내에서 월동하는 기생천적의 종류를 조사하였다. 한편 時期別로 충영을 切開하여 1차기생벌 및 高次기생벌(hyperparasitoid)의 기생관계를 관찰하였으며, 蛆을 채집하여 셀라틴캡슐(길이2.0mm, 직경0.6mm)에 넣고, 이를 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$, $65\% \pm 5\%$ RH 조건 하에서 사육하여 얻은 성충을同定하였다.

2. 밤나무혹벌의 被害率

1994년부터 1997년까지 매년 4월 하순 - 5월 하순에 밤나무 조림지 내의 고정 조사목 20본으로부터 길이 30cm의 가지를 임의로 60지를 채취하여 충영이 형성된 눈수(芽數)와 전전한 눈수(芽數)를 조사하였다. 밤나무혹벌의 被害率은 충영이 형성된 눈수를 조사가지당 전체 눈수로 나눈 수의 백분율로 하였다.

3. 밤색긴꼬리좀벌의 寄生率 및 生存率

천적의 기생율은 1995년부터 1997년까지의 기간동안 매년 6월에 고정 조사목 10그루로부터 임의로 200개의 충영을 채집하여 실체현미경하에서 切開, 형태적인 차이를 기초로 밤나무혹벌 유충과 밤색긴꼬리좀벌 유충을 구분하여 개체수를 조사하였으며, 以外의 他形態의 유충은 他種기생벌로 간주하여 전체 개체수를 조사하였다. 또한 밤색긴꼬리좀벌의 생존율을 조사하기 위하여 1995년부터 1997년까지 6월, 10월, 이듬해 3월에 고정 조사목으로부터 임의로 100개의 충영을 채집하였다. 이를 실체현미경하에서 切開하여 밤나무혹벌의 幼蟲과 蛆이 발견되는 蟲房(gall chamber), 밤색긴꼬리좀벌 및 以外 기생벌의 幼蟲과 蛆이 발견되는 蟲房, 자연폐사된 蟲房의 개체수를 조사하였다. 천적의 寄生率은 寄主總數(총충방수)

에 대한 寄生 寄主數의 백분율로 표시하였으며 생존율은 최초 조사충방수에 밤색긴꼬리좀벌이 기생하는 개체수를 100% 생존으로 하여 각 조사일 충방당 생존총수의 비율로 표시하였다.

4. 충영내 越冬기생벌의 羽化消長

1996년부터 1997년 3월까지 강원, 춘천지방의 고정조사목으로부터 임의로 1000개의 충영을 채집하여 5개의 羽化箱(길이12cm, 직경14cm)에 넣어 직사광선이 차단되는 야외의 망설Cage내에 방치하고 충영으로부터 우화하는 기생벌의 종류별 개체수를 조사하였다. 성충의 채집방법은 羽化開始부터 終了까지의 기간동안 매일 오전 10시 - 11시에 흡충관을 이용하였으며 종류수를 살포하여 충영의 전조를 방지하였다.

結果 및 考察

1. 밤나무혹벌의 기생벌종류와 寄生樣式

5개 지역(경기도, 강원도, 경상북도, 경상남도, 전라남도)에서 채집한 갈색충영과 강원 춘천지방에서 채집한 녹색충영으로부터 우화한 밤나무혹벌의 기생성천적은 Table 1과 같다. 기생벌 13종이 채집되었으며 5월 - 6월에 채집한 녹색충영으로부터 탈출한 기생벌은 *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Megastigmus nipponicus*, *Megastigmus maculipennis*, *Eurytoma brunni-ventris*, *Eurytoma setigera*, *Ormyrus flavitibialis*, *Ormyrus punctiger*, *Eupelmus urozonus*, *Eupelmus* sp. 이었고, 갈색충영으로부터 탈출한 기생벌은 *Torymus sinensis*, *Torymus geranii*, *Torymus* sp., *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Eupelmus* sp., *Eurytoma setigera*, *Ormyrus punctiger* 이었다. 이는 김종국(1993)이 발표한 天敵種類와 類似하나 강원도 춘천에서 *Torymus* sp. 1개체는 새로운 것이다. 본 조사에서 새로 채집된 *Torymus* sp.는 朴世旭(1963)이 경기도 남한산성에서 채집, 기재한 밤색꼬리좀벌(*Torymus benificus*)과 유사한 것으로 금후 본 종에 대한 분류가 필요하다.

밤나무혹벌의 기생천적종류는 일본에서 총 7과 18종이 기록되었고(村上, 1997), 중국에서 총 11과 30종이 기록되었다(Huang et al, 1988). 국내의 경우 일본과 중국에 비하여 천적의 종류수가 현저하게 적게 출현되고 있으므로 금후 계속적인

Table 1. A list of parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* in Korea

Scientific name	Host*	Korean name
<i>Torymus sinensis</i> Yasumatsu et Kamijo	<i>D. k</i>	밤색진꼬리좀벌(신청)
<i>Torymus geranii</i> (Walker)	<i>D. k/T. s</i>	남색꼬리좀벌
<i>Torymus</i> sp.	?	-
<i>Eurytoma brunniventris</i> Ratzeburg	<i>D. k</i>	혹사리좀벌
<i>Eurytoma setigera</i> Mayr	<i>T. s</i>	-
<i>Megastigmus nipponicus</i> Yasumatsu et Kamijo	<i>D. k</i>	노란꼬리좀벌
<i>Megastigmus maculipennis</i> Yasumatsu et Kamijo	<i>D. k</i>	배잘록꼬리좀벌
<i>Ormyrus flavitibialis</i> Yasumatsu et Kamijo	<i>D. k</i>	노란다리남색좀벌
<i>Ormyrus punctiger</i> Westwood	<i>D. k/T. s</i>	큰다리남색좀벌
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	<i>D. k/T. s</i>	노란꼬리벼룩좀벌
<i>Eupelmus</i> sp.	<i>T. s</i>	-
<i>Sycophila variegata</i> (Curtis)	<i>D. k/T. s</i>	참나무혹사리좀벌

* *D. k*: *Dryocosmus kuriphilus*, *T. s*: *Torymus sinensis*

Table 2. Parasitoids emerged from galls collected in Kangwon, June to September 1995 - 1997

Parasitoids name	No. of parasitoids emerged(%)		
	1995	1996	1997
<i>Torymus geranii</i> (Walker)	90(39.3)	78(38.1)	76(41.8)
<i>Sycophila variegata</i> (Curtis)	38(16.6)	35(17.1)	28(15.4)
<i>Megastigmus nipponicus</i> Yasumatsu et Kamijo	15(6.6)	13(6.3)	18(9.9)
<i>Megastigmus maculipennis</i> Yasumatsu et Kamijo	12(5.2)	21(10.2)	16(8.9)
<i>Eurytoma brunniventris</i> Ratzeburg	32(14.0)	20(9.8)	15(8.2)
<i>Eurytoma setigera</i> Mayr	7(3.1)	12(5.9)	5(2.7)
<i>Ormyrus flavitibialis</i> Yasumatsu et Kamijo	12(5.2)	8(3.9)	4(2.2)
<i>Ormyrus punctiger</i> Westwood	8(3.5)	9(4.4)	7(3.8)
<i>Eupelmus urozonus</i> Dalman	15(6.6)	9(4.4)	13(7.1)

종류조사가 요구된다.

한편, 사육에 의하여 얻은 기생벌의 성충을 동정한 결과와 성충의 발생시기를 고려하여 기생양식을 관찰한 결과 *Torymus sinensis*, *Eurytoma brunniventris*, *Megastigmus nipponicus*, *Megastigmus maculipennis*, *Ormyrus flavitibialis*는 밤나무혹벌의 유충에 기생하는 것으로, *Eurytoma setigera*와 *Eupelmus* sp.는 밤색진꼬리좀벌의 유충에 기생하는 것으로 파악되었으며, *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Ormyrus punctiger*는 월동세대는 밤나무혹벌의 幼蟲에, 제1세대는 밤색진꼬리좀벌의 幼蟲 혹은 蛹에 기생하는 任意的 2차기생벌(facultative hyperparasitoid)로 확인되었다.

2. 기생벌의 種構成

1995년부터 1997년까지 강원도 춘천지방에서 녹색충영으로부터 우화한 기생천적의 종류와 개

체수는 Table 2와 같다. 조사기간동안 기생벌은 9種이 채집되었으며 남색꼬리좀벌의 構成比率은 38.1% - 41.8%로 최우점종이었다. 참나무혹사리좀벌이 15.4% - 17.1%이었고, 노란꼬리좀벌, 배잘록꼬리좀벌, 상수리좀벌 등이 10% 전후였으며 그 외의 기생벌은 7% 이하로 낸도별 種의 構成比率은 차이가 없었다. 김종국(1993)은 경기도 지방에서 녹색충영으로부터 우화한 기생벌의 구성비율을 조사하여 최우점종은 남색꼬리좀벌로 35% - 39%를 차지한다고 하였고 2년동안의 種構成의 變化는 나타나지 않는다고 보고한 바 있다. 강원도지방의 경우도 경기도 지방과 構成比率이 비슷한 것으로 보아 밤나무혹벌에 기생하는 기생벌의 종류별 구성비율은 안정되어있는 것으로 料된다.

한편 4개 조사지역에서 2월에 채집한 갈색충영으로부터 우화한 기생천적의 종류 및 개체수를 조사한 결과는 Table 3과 같다. 기생천적종류는

Torymus sinensis, *Torymus* sp., *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*, *Eupelmus* sp., *Eurytoma setigera*, *Ormyrus punctiger*의 총 8종이 채집되었고, 이 가운데 강원지역에서 *Torymus* sp. 및 *Ormyrus punctiger*, 경기지역에서 *Ormyrus punctiger*, 경기 및 전남지역에서 *Eurytoma setigera*가 새롭게 확인되었으며, 이를 제외한 4종(*Torymus sinensis*, *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*)은 전 조사지역에서 채집되었다. 김종국(1993)은 경기, 강원, 서울, 경북, 전남지방의 월동기생벌의 종류를 5종으로 보고하였고, Murakami 등(1995)은 강원, 경기, 제주와 특히 경남지방의 *Eurytoma brunniventris*를 포함하여 8종을 기록한 바 있다.

또한 全調查地域에서 밤색진꼬리좀벌의 構成比率이 77.6% - 81.2%로 최우점종이었으며 他種의 비율은 11%이하이었다. 김종국(1993)과 Murakami et al.(1995)은 2월과 3월 채집의 총영으로부터 출현하는 기생천적 가운데 최우점종은 밤색진꼬리좀벌이라하였고, 특히 김종국(1993)은 경기지방에서 본 종의 비율을 72% - 92%로 보고하였는 바, 본 조사결과와는 큰 차이가 없었다. 강원, 춘천지방의 총영내에서 월동하는 기생벌의 개체수를 조사년도별로 보면 Table 4와 같다. 4종의

기생벌 가운데 밤색진꼬리좀벌의 비율이 72.4% - 85.4%, 기타 3종은 4.0% - 10.5%로 年度別로 構成比率의 변동폭은 적은 것으로 확인되었다.

3. 밤나무혹벌의 被害率 및 월동기생벌의 寄生率

4년간의 밤나무혹벌의 被害率 및 밤색진꼬리좀벌과 其他種類의 寄生率을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 조사지의 피해율은 1994년에 평균 46.5%, 1995년에 평균 32.2%, 1996년에 평균 19.4%, 1997년에 평균 7.6%로 시간이 경과하면서 점차 감소하는 경향이 있다.

밤색진꼬리좀벌의 기생율은 1995년에 19.0%, 1996년에 37.2%, 1997년에 42.1%로 증가하는 경향이었으나 *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonus*의 기생율은 연차적으로 10.0%, 19.3%, 18.2%로서 변동이 적었으며, 기생벌의 전체 기생율은 1995년에 29.0%, 1996년에 56.5%, 1997년에 60.3%로서 1996년에 급격히 증가하였다.

이와 같은 전체기생율은 밤색진꼬리좀벌을 제외한 其他種(3종)의 경우 任意의 2차기생벌(facultative hyperparasitoid)이므로, 대부분 밤색진꼬리좀벌에 의한 기생율로 판단되며, 他種의 기생율은 밤색진꼬리좀벌의 증가와 관계없이 20%

Table 3. Parasitoids emerged from *Dryocosmus kuriphilus* galls collected in February to March 1997

Parasitoids	No. of parasitoids emerged(%)			
	Kangwon	Kyonggi	Kyongbuk	Chonnam
<i>Torymus sinensis</i>	235(77.6)	188(80.0)	165(77.8)	203(81.2)
<i>Torymus geranii</i>	12(4.0)	19(8.1)	23(10.8)	20(8.0)
<i>Torymus</i> sp.	1(0.3)	—	—	—
<i>Sycophila variegata</i>	17(5.6)	8(3.4)	9(4.2)	15(6.0)
<i>Eupelmus urozonus</i>	11(3.6)	13(5.5)	15(7.1)	8(3.2)
<i>Eupelmus</i> sp.	—	1(0.4)	—	—
<i>Eurytoma setigera</i>	—	2(0.8)	—	4(1.6)
<i>Ormyrus punctiger</i>	27(8.9)	4(1.7)	—	—

Table 4. Species composition of the parasitoids of *Dryocosmus kuriphilus* galls collected in Kangwon in November 1995 - 1997

Parasitoids	No. of parasitoids emerged(%)		
	1995	1996	1997
<i>Torymus sinensis</i>	134(72.4)	176(82.6)	235(85.4)
<i>Torymus geranii</i>	24(10.5)	12(5.6)	12(4.4)
<i>Sycophila variegata</i>	18(9.4)	15(7.1)	17(6.2)
<i>Eupelmus urozonus</i>	15(7.9)	10(4.7)	11(4.0)

Table 5. Percentage of gall chamber parasitized by parasitoids and gall-formed bud by the Chestnut wasp at Chunchon.

Year	Percentage of gall chamber parasitized			Percentage of gall-formed bud
	<i>T. sinensis</i>	Others*	Total	
1994	—	—	—	46.5±23.3a
1995	19.0±8.6a	10.0±3.6a	29.0±11.4a	32.2±12.5a
1996	37.2±10.2b	19.3±5.4a	56.5±13.0b	19.4±8.7b
1997	42.1±21.3b	18.2±4.5a	60.3±19.8b	7.6±5.4c

* Others : *Torymus geranii*, *Sycophila variegata*, *Eupelmus urozonous*

Mean in a column with the same letter(a,b,c)are not significantly different at 5% level

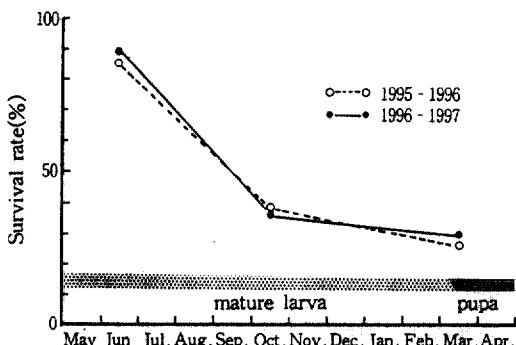


Fig. 2. Survival curves of *Torymus sinensis* for two generations at Chunchon.

미만으로 나타났는데, 이는 이들 기생벌의 第2世代는 밤나무혹벌의 유충에 기생하므로 밤색진꼬리좀벌에 대한 依存度가 낮기 때문인 것으로 사료된다.

이러한 피해율과 기생율의 결과만으로 기생벌에 의한 防除效果를 판단하기는 곤란하나 기생율이 연차적으로 증가함에 따라 밤나무혹벌의 피해율은 감소하는 경향이 나타난 점, 기생벌 가운데 밤색진꼬리좀벌의 기생율이 가장 높고 연차변동폭이 크게 나타난 점 등으로 미루어 본 종이 밤나무혹벌의 밀도변동에 영향하는 生物要因 가운데 가장 효과적인 種임에는 틀림없는 것으로 사료된다. 금후 생물적방제에 대한 유용성을 판정하기 위하여는 增殖能力, 密度依存性, 生命表 등의 究明은 물론 Hassell(1978)이 지적한 2차기생벌의 효과, 즉 기생벌간의 種間競爭에 대한 연구가 필요하다.

4. 밤색진꼬리좀벌의 生存率

1995년부터 1997년까지 충영내에 기생하는 밤색진꼬리좀벌의 終齡幼蟲期以後의 개체수 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 兩世代의 생

존율은 6월에 각각 85%, 90%이었고 10월에 40%, 35%, 익년 3월에 28%, 32%로 2世代 모두 6월과 10월 사이에 死亡率이 높았으며 월동기를 거쳐 이듬해 3월까지는 낮게 나타났다. 사망율이 높은 시기의 死亡要因은 주로 2차 기생벌에 의한 것으로 관찰되는 점, 충영內에서 發育하는 生態的 特性 때문에 氣象要因에 의한 영향은 他害蟲에 비하여 낮은 점 등으로 미루어 生物的要因에 의한 影響이 가장 큰 것으로 料된다. 그러나 蛹時期에 건조한 충영보다는 물을 살포하여 습도를 높인 충영들로부터 우화하는 성충개체수가 많이 관찰되는 것으로 보아 성충우화는 습도에 영향받는 것으로 판단된다. Luo et al. (1987)은 室內 및 室外에서 死亡率을 조사하여 실외의 낮은 온도가 사망에 영향하는 것으로 보고한 바 있으며 村上 등(1991)은 중국으로부터 밤색진꼬리좀벌을 도입하여 방사한 밤나무조림지에서 본종의 사망과정을 조사, 이듬해 3월까지의 생존율이 11.8%였다고 보고하였는 바, 본 조사에서는 이보다 더욱 높은 생존율을 보였다. 한편 村上 등(1993)은 본 종에 대하여 生態種의 存在可能性을 示唆한 바 있는데, 上述한 결과는 각 지역에 분포하는 生態種의 特性差異에 기인하는 것인지, 온도 등 환경조건에 기인한 것인지에 대한 검토가 필요하다.

5. 월동기생벌의 羽化消長

장원도 춘천지방에서 밤색진꼬리좀벌과 그 외의 월동기생벌 羽化消長을 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 밤색진꼬리좀벌은 4월 초순부터 5월 초순까지 우화하였으며 50% 累積羽化日은 4월 21일이었다. *Sycophila variegata*의 50% 累積羽化日은 4월 25일, *Eupelmus urozonous*는 4월 30일, *Torymus geranii*는 5월 4일 *Ormyrus punctiger*는 5월 22일이었다. 기생벌 가운데 밤색진

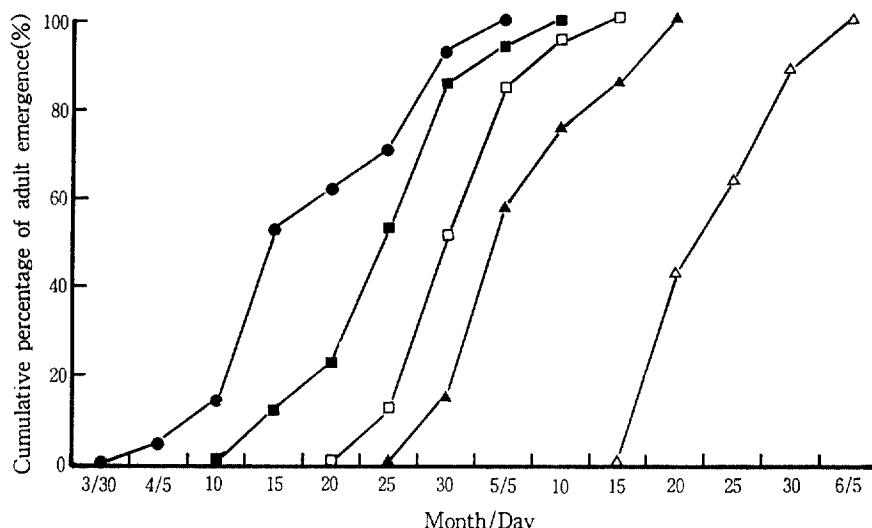


Fig. 3. Cumulative percentage of adult emergence of the five parasitoids hibernating in the chestnut gall chamber (● *Torymus sinensis*, ■ *Sycophila variegata*, □ *Eupelmus urozonus*, ▲ *Torymus geranii*, △ *Ormyrus punctiger*).

꼬리좀벌의 경우 김종국(1993)은 경기도에서 우화기간이 4월초순에서 5월하순까지로 우화최성기는 4월 하순이라 보고하였는 바 강원도에서의 우화기간이 다소 짧게 나타났으나 우화최성기는 일치하였고, 村上(1981)은 일본 구마모도(熊本)현에서 밤색긴꼬리좀벌의 수컷과 암컷의 우화최성일을 각각 3월 30일과 3월 31일, 其他種의 기생벌은 밤색긴꼬리좀벌보다 다소 늦게 우화한다고 보고하였는 바 일본에 분포하는 밤색긴꼬리좀벌과는 우화소장은 25일간의 차이가 나타났다. 또한 村上 等(1993)과 Murakami et al.(1995)은 한국의 강원도, 경상남도, 일본의 대마도, 구마모도 현 지방의 우화소장을 조사하여 國內種과 일본 구마모도현으로 도입한 중국산의 것과는 다른 생태형이며 국내의 경상남도 개체군과 일본의 대마도 개체군의 생태형이 같은 것으로 推論하였으며 국내의 경우도 강원도의 개체군과 경상남도의 개체군이 서로 다른 生態型일 가능성이 있다고 지적하였다. 이는 밤색긴꼬리좀벌의 경우 서로 다른 생태형의 존재 가능성을 강하게 시사하는 것으로 생물학방제에 응용하기 위하여는 각 지역에서의 우화소장에 대한 追研이 필요하다.

謝 辭

본 연구를 수행하는데 유익한 조언과 도움을

주신 九州大學 生物防除施設의 村上陽三 名譽教授, 각 조사지역의 총영을 제공하여 주신 전라남도 산림환경연구소의 위안진씨, 경상북도 산림환경연구소의 정명호씨, 임업연구원 남부임업시험장의 신상철 연구관, 최광식 박사, 임목육종연구소의 황명수씨에게 감사드린다.

引用文獻

- 高濟鎬·金永洛. 1966. 밤나무혹벌 寄生蜂에 관한 研究. 中間寄主의 조사. 농사시험장연구보고. 9(2) : 21-28.
- 김종국. 1993. 밤나무혹벌의 천적종류와 발생소장. 한국응용곤충학회지. 32(3) : 285-290.
- 김종국. 1998. 밤나무혹벌의 기생천적 *Torymus sinensis*의 생태에 관한 연구. 한국응용곤충학회지 37(2) : 인쇄중
- 朴世旭. 1963. 밤나무혹벌 天敵에 關한 研究 (第1報). 農林部 山林局 保護課 간행물. 13pp.
- 朴持斗·李相玉·朴基南·高濟鎬. 1981. 耐蟲性 밤나무를 加害하는 밤나무혹벌의 生態와 被害. 林試年報. 28 : 197-205.
- 安松京三. 1958. クリタマバチ天敵の分布と放飼に關する研究. 農林省應用試驗 研究報告. 35-59.

7. 於保信彦・志村 勲. 1970. クリタマバチの研究經過と最近の被害をめぐる諸問題. 植物防疫. 24(10) : 23-29.
8. 林業試験場. 1968. 山林病害蟲發生豫察調查報告書. 69pp.
9. 村上陽三・梅谷獻二・於保信彦. 1977. クリタマバチ寄生蜂の中國大陸からの豫備的導入放飼試験. 日本應動昆. 21 : 197-203.
10. 村上陽三. 1980. 最近のクリタマバチをめぐる話題 - 中國における見聞を中心に - 農業および園藝. 55(2) : 9-13.
11. 村上陽三. 1981. クリマモリオナガコバチとチュウゴクオナガコバチの羽化消長の比較. 九州病害蟲研究會報. 27 : 156-158.
12. 村上陽三・清田洋次. 1983. クリタマバチ輸入天敵チュウゴクオナガコバチの放飼試験. (1) 懇本縣における放飼試験. 九州病害蟲研究會報. 29 : 155-157.
13. 村上陽三・上村道雄・行徳 裕. 1985. クリタマバチ導入天敵チュウゴクオナガコバチの放飼試験. (2) 懇本縣における實驗の確認. 九州病蟲害研究會報. 31 : 216-219.
14. 村上陽三・上村道雄・行徳 裕. 1987. クリタマバチ導入天敵チュウゴクオナガコバチの放飼試験. (3) 剪定枝處理法改善の効果. 九州病蟲害研究會報. 33 : 195-198.
15. 村上陽三・上村道雄・行徳 裕・清田洋次. 1989. クリタマバチ輸入天敵チュウゴクオナガコバチの放飼試験. (4) 放飼後6年間の經過. 九州病害蟲研究會報. 35 : 134-137.
16. 村上陽三. 1990. 九州におけるチュウゴクオナガコバチの放飼と定着. 植物防疫. 44(9) : 29-32.
17. 村上陽三. 1997. クリタマバチの天敵 - 生物的防除へのアプローチ -. 九州大學出版會. 308pp.
18. Hassell, M.P. 1978. The Dynamics of Arthropod Predator-Prey Systems. Princeton Univ. Press, princeton, 237pp.
19. Huang, J., Y. Luo & D. Liao. 1988. Studies of the natural enemies of chestnut gall wasp in China. Scientia silvae sinicae. 24(2) : 162-169.(in Chinese)
20. Kamijo, K. 1982. Two new species of *Torymus*(Hymenoptera, Toryidae) reared from *Dryocosmus kuriphilus*(Hymenoptera, Cynipidae) in China and Korea. Kontyu. 50(4) : 505-510.
21. Ko, Je Ho. 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.
22. Luo, Y., J. Huang & D. Liao. 1987. Studies on the distribution and biology of *Torymus sinensis* Kamijo. J. Bei. for. Univ. 9(1) : 47-56.(in Chinese)
23. Miyashita, K., Y. Ito, K. Nakamura, M. Nakamura, 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.
24. 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.
25. Murakami, Y. et al, 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.
26. Torii, T. 1959. Studies on the biological control of the chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu(Hymenopter : Cynipidae) with particular reference to the utilization of its indigenous natural enemies. J. Fac. Agr. Shinshu Univ. 2 : 71-149.
27. Yasumatsu, K. 1951. A new *Dryocosmus* injurious to chestnut trees in Japan(Hym. : Cynipidae). Mushi. 22 : 89-92.
28. Yasumatsu, K. & K. Kamijo. 1979. Chalcidoid parasites of *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu(Cynipidae) in Japan with description of five new species(Hymenoptera). Esekia. (14) : 93-111.