

담팔수깍지벌레의 천적에 관한 연구

김종국¹⁾ · 森本 桂²⁾

Studies on the Natural Enemies of *Protopulvinaria mangiferae*(Green) (Homoptera : Coccidae)

Jong-Kuk Kim¹⁾ and Katsura Morimoto²⁾

要 約

담팔수깍지벌레의 천적 종류는 1차 기생벌 6종, 2차 기생벌 3종, 포식성 무당벌레 5종 및 풀잡 자리류 1종 등 총 15종이 確認되었다. 1차 기생벌 가운데 *Aneristus ceroplastae*, *Microterys flavus*, *Coccophagus yoshidae*의 밀도가 높았으며, 최 우점종은 *Aneristus ceroplastae*이었다. *Aneristus ceroplastae*와 *Coccophagus yoshidae*는 單寄生性的 內部寄生者이었으며 *Microterys flavus*는 多寄生性 內部寄生者이었고 2차 기생벌 가운데 최우점종인 *Tetrastichus* sp.는 *Aneristus ceroplastae*와 *Microterys flavus*의 蛹에 기생하는 單寄生性的 外部寄生者이었다. 또한 주요 기생벌의 寄生率 및 季節的 發生消長을 究明하였다. 捕食性 天敵은 *Rhyzobius forestieri*와 *Chilocorus kuwanae*가 우점종이었으며 이들 種에 대한 發生消長 및 捕食量을 究明하였다. 특히 *Rhyzobius forestieri*는 담팔수깍지벌레를 포식하는 種으로 일본 구주지방에서 처음 記錄하였다.

ABSTRACT

In Fukuoka, the natural enemies of *Protopulvinaria mangiferae* were confirmed as six primary parasitoids, three hyperparasitoids, and six predators. Among the primary parasitoids, *Aneristus ceroplastae*, *Microterys flavus*, and *Coccophagus yoshidae* were relatively abundant in Fukuoka. *Aneristus ceroplastae* and *Coccophagus yoshidae* were solitary endoparasitoid, whereas *Microterys flavus* was a gregarious endoparasitoid. *Tetrastichus* sp. was a hyperparasitoid and solitarily ectoparasitic to the pupae of *Aneristus ceroplastae* and *Microterys flavus*. The seasonal fluctuation of parasitism and adult emergence of the important parasitoids was investigated in Fukuoka. Among the predators, *Rhyzobius forestieri* and *Chilocorus kuwanae* were relatively abundant, and seasonal fluctuation of adult emergence and consumption of the host were studied. As the first record from Japan, *Rhyzobius forestieri* was collected on leaves of *Elaeocarpus sylvestris* with heavy infestation of *Protopulvinaria mangiferae*.

Key words : *Protopulvinaria mangiferae*, Parasitoids, Predators, Adult emergence

- 1) 江原大學校 山林科學大學 森林資源保護學科:Dept. of Forest Resources Protection, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea.
- 2) 九州大學校 農學部 昆蟲學研究室:Entomological Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyusyu University, Fukuoka, 812-8581 Japan.

I. 緒 論

담팔수에 기생하는 담팔수각지벌레는甘露를 배출하여 그을음병을誘發시키며 이것이 원인이 되어 잎이 早期에 落下된다. 특히 각지벌레의 밀도가 높은 수목은 衰弱하여 枯死되는 경우도 있으며, 필리핀에서는 망고에 기생하여 망고 품질의 低下는 물론 생산량을 低下시키는 중요한 해충으로 기록되었다(Avidov, Z. and I. Hapaz, 1969; De Lotto, G., 1957; 河合省三, 1980). 현재까지 이 종에 대한 생태적 특성이 일부 연구되었을 뿐(Avidov, Z. and A. Zaitzov, 1960; 김종국, 1995:1997) 化學的, 生物的 防除의 연구기록은 없다. 단 각지벌레의 밀도를 억제하는 생물요인으로서 Otanes(1936)는 필리핀제도에서 기생성 천적인 *Coccophagus tibialis*을 보고하였고, Avidov and Zaitzov(1960)는 이스라엘에서 기생성 천적 2종 *Microterys flavus*, *Coccophagus erytreaensis*과 포식성 천적 3종 *Coccinellia septempunctata*, *Chilocorus bipustulatus*, *Platynaspis luteorubra*을 기록하였다. 이후 Kfir and Rosen(1980)은 이스라엘에서 1차 기생벌 6종 *Microterys flavus*, *Coccophagus lycimnia*, *Metaphycus flavus*, *Coccophagus scutellaris*, *Diversinervus elegans*, *Coccophagus bivittatus*과 2차기생벌 4종 *Pachyneurom concolor*, *Marietta javensis*, *Coccophagus lycimnia*, *Coccophagus scutellaris*을 기록하였으며 *Microterys flavus*, *Microterys javensis*가 최우점종임을 보고하였다. 본 연구는 西日本地域의 담팔수에 기생하는 담팔수각지벌레의 밀도변동에 관여하는 생물요인을 조사하고 이들 생물요인이 개체군 밀도에 미치는 영향을 평가하기 위하여 기생 및 포식자의 종류와 기생율 및 포식량을 파악하여 생물적 방제의 기초자료를 제공하였다. 본 연구를 위하여 각지벌레를 同定하여

주신 東京農業大學 河合省三教授, 기생벌동정 愛媛大學 立川哲三郎 名譽教授, 무당벌레동정 福井大學 佐佐治寛之教授에게 감사드린다.

II. 材料 및 方法

1. 天敵의 種類

福岡市の 大濠公園 및 東區地域의 가로수와 九州大學構內에서 각지벌레의 밀도가 비교적 높은 나무를 각 3그루 선정하여 조사기간동안 10일 간격으로 500엽을 채취하고 이것을 소형 우화상(植松, 1979)에 각 50엽을 넣고 실온조건하에서 사육하였다. 우화된 기생벌은 실체현미경을 이용하여 벌의 종류 및 개체수를 조사하였다. 포식성 천적의 조사는 각 조사지의 공시나무로부터 비팅법(직경 50cm의 捕蟲網을 이용)에 의하여 채집하였다. 채집된 곤충은 飼育容器(직경 9cm, 높이 2cm)에 넣고 각지벌레를 공급하며 捕食의 有無를 확인하였다.

2. 主要天敵의 發生消長

기생성 천적의 發生消長을 조사하기 위하여 각지벌레의 밀도가 높은 담팔수 10그루를 공시목으로 선정하였다. 각 공시목으로부터 50엽을 10일 간격으로 채집한후 1항의 방법과 동일하게 사육하여 우점종인 1차기생벌 *Aneristus ceroplastae*, *Microterys flavus*, *Coccophagus yoshidae*와 2차 기생벌 *Tetrastichus* sp.의 우화 개체수를 시기별로 기록하였다. 포식성천적의 발생소장을 조사하기 위하여 15그루의 담팔수를 선정한후 일정부위(동, 남방향의 각 2측지)에 대하여 1시간 관찰하며 발견한 *Chilocorus kuwanae*과 *Rhyzobius forestieri*의 성충에 대하여 종별 개체수를 時期別로 기록하였다.

3. 寄生性 天敵의 寄生率

福岡市 東區 箱崎에 식재된 수고 5m~7m의 가로수(A장소)와 大學構內에 식재된 수고 3m~7m의 담팔수(B장소)로부터 각 5그루의 고정조사목을 선정하고 나무당 20엽을 임의로 추출하여 총100엽에 대한 엽당 기주의 밀도와 기생 종류별 기생수를 조사하였다. 寄生의 有無 및 기생벌의 종류는 실체현미경하에서 관찰하였으며 기생벌에 의하여 기생이 확인된 까지벌레의 개체수를 조사하였다. 未成熟發育時期(幼蟲 및 蛹)의 기생벌 종류는 다음과 같은 방법에 의하여 판별하였다. *Aneristus ceroplastae*, *Microterys flavus* 에 기생 당한 까지벌레는 미이라(mummy) 형태로 변화하므로 현미경을 이용하여 기생벌의 형태 및 색을 관찰함으로써 종의 구별이 가능하다. 한편 *Coccophagus yoshidae*에 의하여 기생된 까지벌레는 미이라형태로 변화하지 않으므로 上記한 2종과의 구별이 가능하다. 기생율의 算定은 *Microterys flavus*와 *Coccophagus yoshidae*의 경우 까지벌레 성충기에만 기생하므로 까지벌레의 성충수를 기생가능한 기주밀도로 하였으며, *Aneristus ceroplastae*의 경우 까지벌레의 2齡幼蟲期으로부터 成蟲期까지 기생가능하므로 2齡 幼蟲부터 성충까지의 밀도를 기생가능한 밀도로 간주하였다.

한편 2차 기생벌 *Tetrastichus* sp.의 기생율을 조사하기 위하여 1차 기생벌 *Aneristus ceroplastae*와 *Microterys flavus*에 의하여 기생된 까지벌레를 실체현미경하에서 해부하여 기생의 有無를 관찰하였다.

4. 捕食性 天敵의 捕食量

Chilocorus kuwanae 와 *Rhyzobius forestieri* 는 4월에 야외에서 채집한 성충을 累代飼育한 개체를 이용하여 捕食試驗을 실시하였다.

食餌物은 2종 모두 까지벌레(탈피후 1일째의 2齡幼蟲 및 終齡幼蟲과 산란을 시작한 成蟲)를 이용하였다. 무당벌레의 유충 혹은 성충 각 1頭를 사육용기(직경 9cm, 높이 2cm)에 넣고 食餌物인 까지벌레는 화분에 이식한 담팔수에 孵化幼蟲을 接種하여 사육한 것으로서 2齡幼蟲과 3齡幼蟲 50頭, 성충 10頭를 공급하였다. 사육용기는 항온항습기(25℃, 16시간조명, 60~70%RH)에 넣고 24시간마다 포식한 개체수를 3일간 계속 조사하였다. 또한 20℃, 25℃, 30℃의 항온조건하에서 포식에 미치는 온도의 영향을 조사하였으며 上記의 무당벌레류에 의한 까지벌레의 부분적인 섭식도 포식된 개체수로 간주하여 포식량을 算定하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 天敵의 種類

담팔수까지벌레의 천적으로 확인된 천적 종류는 Table 1과 같이 기생벌 9종, 포식종 6종이 확인되었다. 1차 기생벌 가운데 *Aneristus ceroplastae*, *Coccophagus hawaiiensis*, *Coccophagus yoshidae*, *Encarsia* sp.의 4종은 單寄生性 內部寄生者이었으며, *Microterys flavus*는 多寄生性 內部寄生者이었다. 포식성천적 가운데 *Rhyzobius forestieri*가 일본에 분포하는 것이 최초로 밝혀졌으며 Richards (1981)는 본종은 廣食性으로 4科(Eriococcidae, Margarodidae, Coccidae, Pseudococcidae) 15種의 까지벌레를 捕食한다고 보고한 바 있다. 또한 조사된 모든 무당벌레류의 유충 및 성충은 까지벌레의 유충 및 성충을, 풀잠자리유충은 까지벌레의 유충만을 捕食하였다.

Table 1. A list of natural enemies of *Protopulvinaria mangiferae* in Fukuoka

Contents	Species
Primary parasitoids	<i>Aneristus ceroplastae</i> Howard <i>Coccophagus hawaiiensis</i> Timberlake <i>Coccophagus yoshidae</i> Nakayama <i>Encarsia</i> sp. <i>Microterys flavus</i> (Howard) <i>Metaphycus</i> sp.
Secondary parasitoids	<i>Cheiloneurus ceroplastis</i> Ishii <i>Tetrastichus</i> sp. <i>Marietta carnesi</i> Howard
Predators	<i>Rhyzobius forestieri</i> (Mulsant) <i>Chilocorus kuwanae</i> Silvestri <i>Hyperaspis japonica</i> (Crotch) <i>Pseudoscymnus hareja</i> (Weise) <i>Harmonia axyridis</i> (Pallas) <i>Mallada boninensis</i> (Okamoto)

기생벌 9종 가운데 개체수가 극히 적었던 종을 제외하고 時期 혹은 場所에 따라 기생 천적의 종류별로 출현한 개체수와 빈도는 Table 2와 같다. *Aneristus ceroplastae*는 기생율이 50%~68%이었고, *Microterys flavus*와 *Coccophagus yoshidae*는 9.1%~20.3%이었다. 2지역 모두 *Aneristus ceroplastae*가 최

우점종 이었다. 대부분의 기생벌은 時期 및 場所에 따른 출현빈도의 차이는 없으나 *Coccophagus yoshidae*는 他種과 비교하여 大濠公園에서 현저하게 적었고, 同一場所에서의 개체군 밀도는 2배로 증가하는 등 시기별, 지역별차이가 나타났다.

Table 2. Species composition of parasitoids of *Protopulvinaria mangiferae* in Fukuoka

Species	No. of the parasitoids(%)		
	Hakozaki		Ohori Park
	1 generation	2 generation	1 generation
<i>Aneristus ceroplastae</i>	2689(64.0)	2112(50.3)	1461(67.7)
<i>Microterys flavus</i>	385(9.1)	426(10.1)	293(13.6)
<i>Coccophagus yoshidae</i>	442(10.5)	853(20.3)	47(2.2)
<i>Coccophagus hawaiiensis</i>	76(1.8)	64(1.5)	19(0.9)
<i>Cheiloneurus ceroplastis</i>	23(0.5)	34(0.8)	14(0.7)
<i>Tetrastichus</i> sp.	634(15.0)	712(17.0)	317(14.7)

2. 天敵의 羽化消長

1) 기생벌의 羽化消長

담팔수 각지벌레로부터 우화한 기생벌 가운데 개체수가 많았던 1차 기생벌(3종)과 2차기생벌(1종)의 季節的 羽化消長은 Fig. 1 과 같다. *Aneristus ceroplastae*는 5월 중순부터 출현하여 12월 상순까지 연속적으로 우화하지만 6월 하순, 8월 중순, 9월 상순, 10월 상순, 11월 상순에 피크가 나타났다.

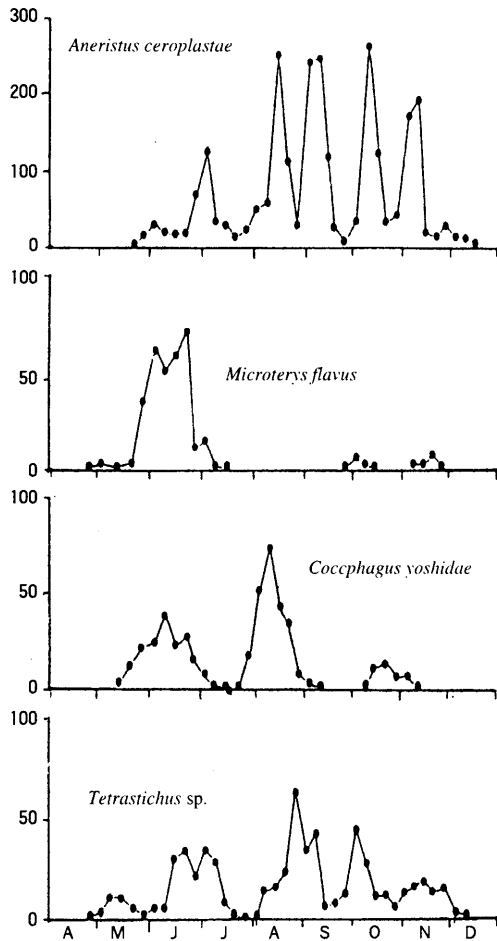


Fig 1. Seasonal fluctuations of the parasitoids emerged from *Protospulvinaria mangiferae* at Hakozaki, Fukuoka

*Microterys flavus*는 주로 4월 하순부터 7월 상순까지 우화 하였으며 그 이후의 우화 개체수는 적었다. 본 종은 각지벌레의 성충에만 산란하는 습성을 가지고 있으며 다음세대는 다른 종류의 기주를 이용 할 가능성이 있는 것으로 사료된다. *Coccphagus yoshidae*의 성충은 5월 중순부터 6월 하순까지, 7월 하순부터 8월 상순까지, 10월 중순부터 11월 상순까지 우화하였다. 또한 2차기생벌 *Tetrastichus sp.*의 성충은 4월 하순부터 12월까지 우화 하였으며 5월 상순, 6월 중순, 8월 하순, 10월 상순, 11월 중순 등 5회의 피크가 나타났다.

2) 捕食蟲의 發生消長

담팔수각지벌레의 포식성 천적으로서 가장 많이 관찰된 *Chilocorus kuwanae*와 *Rhyzobius forestieri*의 成蟲發生消長은 Fig.2 와 같다. *Chilocorus kuwanae*의 성충은 2월 부터 11월 하순까지 담팔수의 나무 위에서 관찰되었으며 밀도는 5월부터 10월까지 기

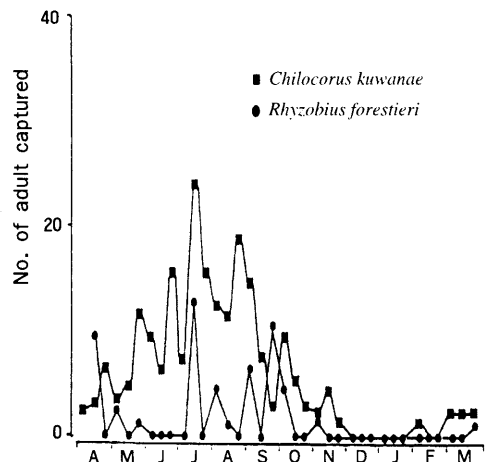


Fig 2. Seasonal fluctuations of the two species of predator, *Chilocorus kuwanae* and *Rhyzobius forestieri* at Hakozaki, Fukuoka

간동안 높았다. 본 종에 대하여 野原(1962)은 山口縣 萩 地方에서 年 3세대 經過하는 것으로 보고하였으며, 安田(1981)는 東北地方에서는 4월 중순부터 11월 중순까지 발생하며 年1世代 혹은 2世代 경과한다고 기록하였다. 한편 *Rhizobius forestieri*(Mulsant)의 성충은 2월 하순부터 11월 상순까지 관찰되었다.

3. 寄生性 天敵의 寄生率

箱崎의 가로수(A장소)에서 1차기생벌 *Aneristus ceroplastae*, *Coccophagus yoshidae*, *Microterys flavus*에 의한 寄生率의 季節的消長은 Fig. 3과 같다. *Aneristus ceroplastae*에 의한 기생율은 월동세대의 기주에서는 5월중하순부터 서서히 증가하여 6월에 41%로 피크에 달하였으며, 제1세대의 기주에서 기생율은 8월중순에 63%로 피크에 달

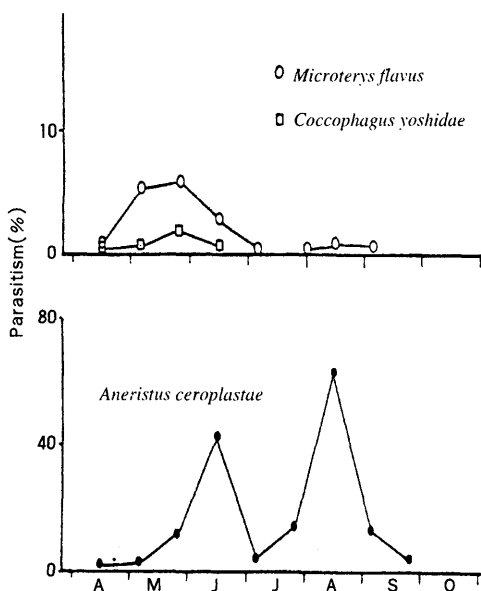


Fig 3. Seasonal fluctuations of parasitism at station A, Hakozaki street

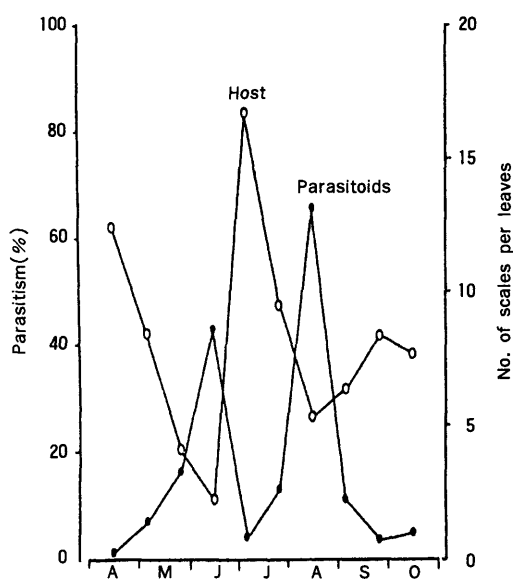


Fig 4. Seasonal fluctuation of scale population and its parasitism at station A, Hakozaki street

하였다. *Microterys flavus*의 기생은 5월부터 6월까지 나타났으며 기생율은 5월하순부터 6월상순에 피크에 달하였고, 12% 이하이었다. *Coccophagus yoshidae*에 의한 기생율은 년간을 통하여 4% 이하이었다. 上記 3종의 기생벌에 의한 전체 기생율의 계절적 소장과 기주의 엽당 밀도의 계절적 소장은 Fig. 4와 같이 담팔수 각지벌레의 기생성 천적 종은 4월부터 발생하기 시작하여 월동세대의 기주가 성충이 되는 5월경에는 기생율이 서서히 증가하여 6월 중순에 피크에 달하였다. 제1세대 기주에서는 기생율이 8월 중순에 피크에 달하였다. 한편, 寄主密度는 월동세대의 경우 寄生, 捕食, 그 외의 원인에 의해 4월 하순부터 점차 저하하여 6월 하순에는 최저로 나타났으나 이후 제1세대 초기와 제2세대 초기에는 밀도가 증가하는 경향을 보이다가 以後 齡이 진행 됨에 따라 점차적으로 감소하였다

구주대학구내(B장소)에서의 寄生率의 季節的消長은 Fig. 5와 같다. *Aneristus ceroplastae*에 의한 기생율은 피크일 때가 5%이하로서 극히 낮고, *Microterys flavus*에 의한 기생율은 6월 상순에 70%에 달하였다. 3종의 기생벌에 의한 전체 기생율과 기주밀도의 季節的消長은 Fig. 6과 같이 월동세대 의 기생율은 5월부터 6월까지의 기간동안 급격히 상승하였다. 寄主密度는 4월에는 극히 高密度였지만 그후 6월 하순에는 급격히 감소하였고 A장소와는 대조적으로 제1세대 와 제2세대의 寄主密度는 증가하지 않았다. 한편 *Aneristus ceroplastae*와 *Microterys flavus*에 대한 *Tetrastichus* sp.의 기생율은 Fig. 7과 같다. *Aneristus ceroplastae*의 기생율은 5월 상순에는 10%이었으나 그후 점차 증가하여 7월 상순에는 47%에 달하였다. 이 후 8월 하순에는 감소하였으나 9월 중순에 재차 증가하여 10월까지 40%~45%이었다. *Microterys flavus*의 기생율은 5월 초순부터 6월상순까지 27%-35%로 증가하였으며 그

이후는 감소하였다. 5월과 6월에는 *Aneristus ceroplastae*에 대한 *Tetrastichus* sp.의 기생율이 *Microterys flavus*에 대한 기생율에 비하여 낮았는데 이는 이 시기에는 기주로서 적당한 *Aneristus ceroplastae*의 蛹이 적고, *Microterys flavus*의 蛹이 많았던 것에 기인하는 것으로 생각된다.

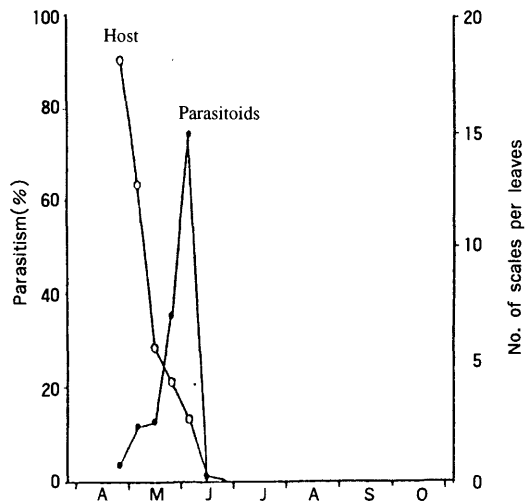


Fig 6. Seasonal fluctuations of scale population and its parasitism at station B, Kyusyu University

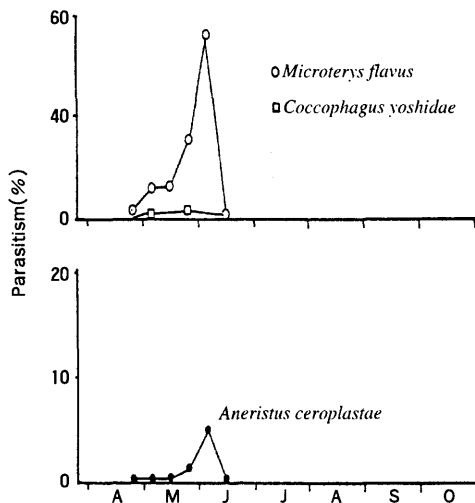


Fig 5. Seasonal fluctuations of parasitism at station B, Kyusyu University

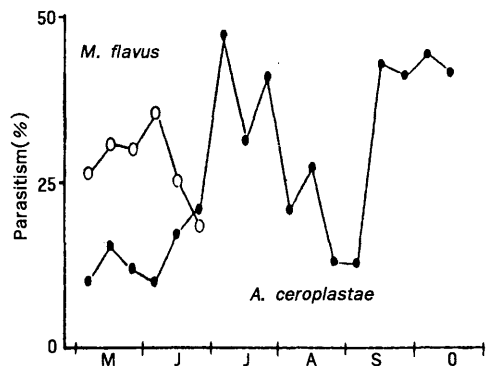


Fig 7. Seasonal fluctuations in the parasitisms by *Teatrastichus* sp. and its host wasps, at Hakozaki, Fukuoka

4. 捕食性天敵의 捕食量

*Rhyzobius forestieri*의 幼蟲 및 成蟲의 捕食數는 Table 3과 같다. 食餌物인 각지벌레의 2齡幼蟲과 3齡幼蟲 및 成蟲을 공급한 경우 무당벌레 2齡幼蟲의 1日 捕食數는 각각

평균 7.4頭와 0.8頭이었고, 終齡幼蟲의 포식수는 평균 15.6頭와 2.8頭이었다. 成蟲의 포식수는 각지벌레 2齡幼蟲과 3齡幼蟲을 공급한 경우 19.0頭, 成蟲을 공급한 경우는 평균 2.4頭이었다.

Table 3. Consumption of *Protopulvinaria mangiferae* by *Rhyzobius forestieri* reared at 25°C

Instar of coccinellid	Stage of prey provided	No. of prey consumed per day		
		Max.	Min.	Average ± SD
2 instar larvae	Intermediate instar adult	14	2	7.4 ± 4.2
	Adult	2	0	0.8 ± 0.5
4 instar larvae	Intermediate instar adult	25	4	15.8 ± 8.5
	Adult	4	1	2.8 ± 0.9
Adult	Intermediate instar adult	46	3	19.0 ± 11.6
	Adult	6	1	2.4 ± 1.3

또한 各 온도조건하에서 조사한 成蟲의 포식수는 Table 4와 같다. 25°C와 30°C에서 포식수의 차이는 인정되지 않았으나 20°C에서 포식수는 25°C, 30°C보다 유의적으로 적었다. *Chilocorus kuwanae*의 유충과 성충의 포식량은 Table 5와 같이 무당벌레 2齡幼蟲의 1日 捕食數는 각지벌레 2齡幼蟲과 3

齡幼蟲 및 成蟲을 공급한 경우 평균 10.2頭와 1.1頭이었고, 終齡幼蟲의 포식수는 평균 19.5頭와 4.7頭이었다. 무당벌레 成蟲의 포식수는 각지벌레 2~3齡幼蟲을 공급한 경우 평균 20.6頭, 成蟲을 공급한 경우는 평균 3.6頭이었다.

Table 4. Consumption of *Protopulvinaria mangiferae* by *Rhyzobius forestieri* adults under different temperatures.

Temperature	No. of prey consumed		
	Max.	Min.	Average ± SD
20°C	8.0	2.5	5.4 ± 2.2a
25°C	17.7	9.7	11.3 ± 3.6b
30°C	15.8	10.8	13.3 ± 2.6b

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

Table 5. Consumption of *Protopulvinaria mangiferae* by *Chilocorus kuwanae* reared at 25°C

Instar of coccinellid	Stage of prey provided	No. of prey consumed per day		
		Max.	Min.	Average±SD
2 instar larvae	Intermediate instar adult	18	4	10.2± 5.3
	Adult	3	1	1.1± 0.7
4 instar larvae	Intermediate instar adult	38	6	19.5±12.3
	Adult	9	2	4.7± 1.7
Adult	Intermediate instar adult	71	5	20.6±16.1
	Adult	8	2	3.6±2.3

Hodek(1967)은 포식성 무당벌레 성충의 포식량은 未産卵의 성충보다 산란중의 암컷이 가장 많고, 수컷이 가장 적다고 보고하였다. 본 실험에서는 2종의 무당벌레 모두 산란을 개시한 암컷성충에 대한 포식수를 조사하였기 때문에 하루 포식수는 최대포식수일 것으로 생각된다. Moursi and Kamal (1946)과 Kaddou(1960), 田中等(1970)은 무당벌레류의 경우 일반적으로 齡이 진행되면서 포식수가 증가하는 것으로 보고한 바 본종의 포식량도 같은 결과이었다. 또한 *Chilocorus kuwanae*의 성충은 *Unaspis yanonensis*의 성충의 경우 1日 평균 2頭~6頭를 포식하며, *Chrysomphalus bifasciculatus*의 2齡幼蟲의 경우는 무당벌레 성충이 하루 평균 26頭, 유충이 10頭를 포식한다고 보고하였는데(石井, 1937; 田中, 1966; 田中等, 1970), 이러한 결과는 담팔수 각지벌레를 공급한 2종의 무당벌레 포식수와 거의 일치하였다.

IV. 結 論

담팔수각지벌레의 천적으로는 기생벌 6종

과 포식성 무당벌레 4종, 포식성 풀잠자리 1종이 확인되었다. 기생벌류 가운데 *Aneristus ceroplastae*, *Microterys flavus*, *Coccophagus yoshidae*의 기생율이 높게 나타났으나, *Coccophagus yoshidae*는 기생특성으로 인하여 해충밀도억제에 主要 要因으로 作用하기 어려울 것으로 생각되며 *Aneristus ceroplastae*와 *Microterys flavus*는 개체군 증식에 否定的인 영향을 미치는 2차 기생벌(hyperparasitoid) *Tetrastichus* sp.의 作用에도 불구하고 寄主密度가 현저히 減少하는 점으로 보아 密度를 억제하는데 効果적인 種으로 判명되었다. 또한 포식성 천적 *Chilocorus kuwanae*과 *Rhyzobius forestieri*의 성충 개체가 각 10개월과 8개월간 觀察되고, 이들의 포식량을 고려할 때 각지벌레의 密度制御에 중요한 역할을 하고 있는 것으로 사료되므로 이들 천적을 이용한 해충의 방제법 개발이 기대된다. 금후 생물적 방제의 가능성을 모색하기 위하여는 數世代에 걸친 生命表 研究와 본 연구에서 확인된 우점의 기생자 및 포식자의 생태적 특성(有效天敵間의 世代數 및 增殖能力), 기주에 대한 천적의 密度依存性 등에 대한 究明이 필요하다.

引用文獻

1. 金鍾國. 1995. 담팔수각지벌레의 蟲態別生育特性과 樹上分布樣式. 江原大學校 森林科學研報. 11:40-49
2. 김종국. 1997. 담팔수각지벌레의 發育과 増殖能力. 한국응용곤충학회지, 36(1): 43-47
3. 石井 拂. 1937. ヤノネ介殼蟲の天敵について. 農業及園芸, 12:60-70.
4. 植松秀男. 1979. アキアカマルカイガラムシとその寄生蜂に關する生態學的研究. 九州大學農學博士學位論文, 237pp.
5. 安田壯平. 1981. 桑園におけるクロシロカイガラムシの天敵昆蟲の種類と發生長. 應動 昆, 25:236-243.
6. 野原啓吾. 1962. ヒメアカホシテントウの周年經過および捕食活動に關する研究. 九大農學芸誌, 20:29-32.
7. 田中 學. 1966. ヤノネカイガラムシ *Unaspis yanonensis* Kuwanaの天敵ヒメアカホシ デントウ *Chilocorus kuwanae* Silvestriの生態について. 園試報, D4:1-21.
8. 田中 學. 小林正弘. 1970. ヒメアカホシテントウの捕食量. 九病蟲研會報, 16:56-59.
9. 河合省三. 1980. 日本原色カイガラムシ圖鑑. 全國農村教育協會, 455pp.
10. Avidov, Z. and A.Zaitzov 1960. On the biology of the mango shield scale *Coccus mangiferae* (Green) in Israel. *Ktavim*, 10:125-137.
11. Avidov, Z. and I.Harpaz 1969. Plant pests of Israel. Israel University Press, Jerusalem.
12. De Lotto, G.. 1957. On some Ethiopian species of the genus *Coccus* (Hom. Cocc). *J. Ent. Soc. S. Afr.*, 20:295-314.
13. Hodek, I. 1967. Bionomics and ecology of predaceous coccinellidae. *Ann. Rev. Ent.*, 12:79-104.
14. Kaddou, I.K. 1960. The feeding behaviour of *Hippodamia quinquesignata* (Kirby) larvae. *Univ. Calif. Publ. Ent.*, 16:181-230.
15. Kfir, R. and D. Rosen. 1980a. Parasites of soft scales(Homoptera : Coccidae) in Israel : an annotated list. *J. Ent. Soc. S. Afr.*, 43:113-128
16. Mourisi, A. A.. and M. Kamal. 1946. Notes on the biology and feeding habits of the introduced beneficial insect *Leis conformis* Biosd.(Coccinell.). *Bull. Soc.*
17. Otones, F. Q.. 1936. Some observations on two scale insects injurious to mango flowers and fruits. *Philip. J. Agr.*, 7:129-141.
18. Richards, A. M.. 1981. *Rhyzobius ventralis* (Erichson) and *R. forestieri* (Mulsant) (Coleoptera : Coccinellidae), their biology and value for scale insect control. *Bull. Ent. Res.*, 71:33-46.