

防除圧の異なる茶園における寄生蜂相（ハチ目）と発生消長[†]

小澤朗人・内山 徹

農林技術研究所・茶業研究センター

Survey of Hymenoptera Parasitoids Fauna in Tea Fields with Different Pest Management Systems, and Their Seasonal Prevalence

Akihito Ozawa and Toru Uchiyama

Tea Research Center / Shizuoka Res. Inst. of Agric. and For.

Abstract

We surveyed Hymenopteran parasitoid fauna, noting seasonal changes, in three tea fields at our research center and three commercial tea fields with different pest management systems. During this period, 12182 and 6953 parasitoids were captured in traps at the research center and in commercial fields respectively, and identified to Family level. At the research center, 19 families, such as Encyrtidae, Aphelinidae, Trichogrammatidae, Mymaridae, Braconidae, Charipidae, were identified. In the commercial tea fields 18 families were identified. Significant differences in parasitoid family composition were found between different pest management units in both research center and commercial fields. Classification groups that had a large number of captures were *Arrhenophagus albitibiae* Girault, *Pteroptrix orientalis* (Silvestri), Aphelininae, and Aphidiinae, and so on. The number of *Megaphragma* sp., the egg-parasitoid of *Scirtothrips dorsalis* Hood, was also significant. Peaks of parasitoid occurrence frequently synchronized with those of host numbers, even in cases in which the boundaries between successive host generations were unclear. At the research center, there were significant differences in trap data between different management units for the catches of 13 species or families, and four species or taxa group in the commercial tea fields showed significant differences. While the influence of pesticides on the differences in parasitoid trap data were not clear, we suspect that parasitoids such as *Megaphragma* sp. may be harmed by pesticides. We selected five candidate indicator species, i.e., *A. albitibiae*, *P. orientalis*, *Thomsonisca indica*, *Trichogramma dendrolimi*, and *Megaphragma* sp., for environmental conservation in tea fields.

キーワード：発生消長，寄生蜂，黄色粘着トラップ，農薬の影響，生物多様性，チャ

I 結 言

チャを加害する害虫種は 120 種以上⁹⁾が知られているが、近年、静岡県茶園で特に防除上問題となっている害虫は 10 種程度である²⁰⁾。チャノコカクモンハマキ *Adoxophyes honmai* Yasuda やクワシロカイガラムシ *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni) など、近年特に現場で問題となっている害虫種はいずれも難防除種となつて

おり、この理由の一つとして薬剤抵抗性の発達がある^{16,39)}。農作物害虫に対する化学農薬に依存した防除は従前よりこうした問題点が指摘されており、化学農薬のみに依存せず、様々な防除手段を合理的に活用する総合防除の考え方が、我が国では 1970 年代より提唱されてきた⁷⁾。近年は深谷・桐谷⁷⁾による総合防除の考え方とほぼ一致する IPM（総合的害虫管理）の考え方が世界的に多くの農作物で推進され、環境への配慮を重視した環境保全型農業や有機栽培も普及しつつある⁶⁾。チャ栽培においても

[†] 本報告の一部は個体群生態学会・第 28 回大会（2011 年 10 月 14～16 日・岡山市）で発表した。

IPM の考え方は現場に浸透しつつあり^{13-15,32)}、現場で茶農家が使用する農薬は土着天敵に対する悪影響が懸念される合成ピレスロイド剤などの非選択性殺虫剤から IGR 剤などの選択性殺虫剤への切り替えも進んでいる^{15,20)}。IPM では、化学農薬を含む様々な防除手段の中でも生物的防除法を大きな柱の一つとして重要視しており、チャ栽培では生物的防除法の一つである性フェロモンによるハマキガ類の交信攪乱法¹¹⁾などの技術が現地へ導入されている¹⁹⁾。一方、施設栽培で発達してきた天敵資材を使った農薬的な生物的防除法は、チャ栽培では BT 剤や顆粒病ウイルス剤を除くと実用化していないが、生物的防除法の一つである土着天敵の保護利用⁴¹⁾は、チャ栽培の IPM では有効な防除手段と考えられている^{13-15,32)}。

ところで、チャ樹は永年性の常緑樹であり、せん枝などの一時的な作業を除けば同一環境の持続性が高く、茶園内に生息する昆虫類などの微小生物の生態系の維持・安定性は、一年生作物などより高く、果樹と森林（雑木林）の中間程度ともされている（河合，私信）。実際、樹冠部と呼ばれる葉層は、通常樹上から散布される殺虫剤から内部に生息する土着天敵類を保護する役目があることが判明している⁵⁾。こうした茶園特有の空間構造は多種多様な昆虫やダニ類などの節足動物の生息場所として好適な空間を与えるため、種々の害虫を捕食または寄生する土着天敵類についても、その生物多様性は畑作物など他の農作物に比べても高いことが推察される。しかし、茶園に生息する土着天敵類の種類や発生時期などの実態については不明な点が多い。土着天敵群集の一角を占めると考えられる寄生蜂相の実態に関しても、クワシロカイガラムシ^{22,23)}やチャノココクモンハマキ^{21,7)}など特定の害虫種の寄生蜂を対象とした発生実態調査の報告はあるものの、茶園に生息する多様な寄生蜂を網羅的に調べた研究事例は高木³⁰⁾による吸引粘着トラップを用いた報告以外にはほとんどない。

近年、食の安全性や環境保全の面などからも生物多様性保全⁹⁾を重視した環境保全型農業が注目されている。本研究は、農地における環境保全型農業の波及効果を定量的に評価するための指標生物を土着天敵類の中から選定するための基礎資料として、防除圧が異なる茶園に生息する土着天敵類の発生実態を網羅的に明らかにし、それらを比較することを目的として実施した。本稿では、指標生物候補の対象として調査事例が少なく発生実態に不明な点が多い寄生蜂類（ハチ目）に着目し、防除圧の異なるセンター内と現地農家の複数の茶園における寄生蜂相の詳細を 2 年間にわたって調べたので、その結果を報告する。なお、同様の目的で並行して行ったクモ類³⁴⁾と

ゴミムシ類³⁵⁾、テントウムシ類³⁶⁾についての調査結果はすでに報告した。

II 材料及び方法

1. 調査時期と場所

寄生蜂の調査は、研究センター内の茶園（静岡県菊川市倉沢）と現地農家の茶園で実施した。

(1) 研究センター内圃場

2008 年 5 月 1 日（トラップ設置日）～11 月 12 日と 2009 年 4 月 21 日（トラップ設置日）～11 月 26 日まで研究センター内の成木茶園で調査を実施した。調査圃場は、無農薬区、減農薬区および慣行防除区の 3 圃場とした（面積は各 5～10a、品種は‘やぶきた’）。

減農薬と慣行防除圃場における 2 年間における薬剤散

Table 1. The list of pesticides used in the tea field reduced pesticide in tea research center in 2008 and 2009

Application date (Y/M/D)	Pesticides (Formulation, %AI) ¹⁾	Dilution	IRAC code ²⁾
2008/6/4	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
6/6	Clothianidin (SP, 16)	2000	4A
7/30	Acephate (W,50)	1000	1B
7/30	Chlorothalonil (F,40)*	1000	
8/22	Milbemectin (E,1)	1000	6
9/9	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
2009/5/21	Propargite (E, 30)	1500	12C
6/2	Clothianidin (SP, 16)	2000	4A
6/2	Chlorothalonil (F,40)*	1000	
6/26	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/13	Acephate (W,50)	1000	1B
7/13	Fluazinam (SC,39.5)*	2000	
8/11	Flubendiamide (F,18)	2000	28
9/9	Diafenthiuron (W, 50)	1000	12A

1) E: Emulsifiable concentrate, F: Flowable, SC: suspension concentrate, SP: water soluble powder, W: wettable powder, %AI: percentage of active ingredient, *: fungicide.

2) For the meaning of the code, see IRAC website. Blank columns mean fungicide.

Table 2. The list of pesticides used in the tea field managed conventionally in tea research center in 2008 and 2009

Application date (Y/M/D)	Pesticides (Formulation, %AI) ¹⁾	Dilution	IRAC code ²⁾
2008/3/21	Spiromesifen (F, 30)	2000	23
3/21	Acetamiprid (SP,20)	2000	4A
4/2	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
5/26	Fenpyroximate・buprofezin mixer (F, 4+2)	1000	21A+16
6/4	Clothianidin (SP, 16)	2000	4A
6/4	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/4	Acephate (W,50)	1000	1B
7/4	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/23	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
7/23	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
7/30	Fenpyroximate・buprofezin mixer (F, 4+2)	1000	21A+16
9/1	Diafenthiuron (W, 50)	1000	12A
2009/2/18	Pyriproxyfen (MC, 9)	1000	7C
4/2	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
5/27	Milbemectin (E,1)	1000	6
5/27	Emamectin benzoate (E,1)	2000	6
6/3	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
6/3	Chlorothalonil (F,40)*	1000	
7/2	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/2	Tolfenpyrad (E, 15)	1000	21A
8/12	Flubendiamide (F,18)	2000	28
8/12	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
8/12	Chlorothalonil (F,40)*	1000	
8/26	Ethiprole (F,10)	2000	2B
8/26	Thiacloprid (W, 30)	2000	4A
8/26	Acephate (W,50)	1000	1B
8/26	Fenbuconazole (F,22)*	5000	

1) E: Emulsifiable concentrate, F: Flowable, MC: microencapsulated, SP: water soluble powder, W: wettable powder, %AI: percentage of active ingredient, *: fungicide.

2) For the meaning of the code, see IRAC website. Blank columns mean fungicide.

布歴を Table 1 および 2 に示し、殺虫剤の系統を示す IRAC コードも表中右に記載した。殺虫剤の年間延べ散布剤数は、減農薬区では 2008 年が 4 剤、2009 年が 5 剤、慣行防除区では同様に 9 剤と 11 剤であった。

なお、調査前年の 2007 年における薬剤散布歴は減農薬区では殺虫剤 7 剤、殺菌剤 3 剤、慣行防除区では殺虫剤

Table 3. The list of pesticides used in the commercial tea field (A) with IPM using tortorilure in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

Application date (Y/M/D)	Pesticides (Formulation, %AI) ¹⁾	Dilution	IRAC code ²⁾
2008/3/18	Tortorilure ²⁾	250/10a	
4/12	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/21	Propargite (E, 30)	1500	12C
6/1	Thiacloprid (W, 30)	2000	4A
6/1	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
6/6	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/11	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
7/23	Flufenoxuron (E, 10)	4000	15
7/23	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/30	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
8/11	Flubendiamide (F,18)	2000	28
8/11	Difenoconazole (W, 10)*	2000	
9/9	Acetamiprid (SP,20)	2000	4A
9/9	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
2009/3/20	Spiromesifen (F, 30)	2000	23
3/23	Tortorilure ²⁾	250/10a	
4/9	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/27	Diafenthiuron (W, 50)	1500	12A
5/27	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
6/3	Thiacloprid (W, 30)	2000	4A
6/3	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/4	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
7/4	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
7/14	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/19	Flufenoxuron (E, 10)	4000	15
7/19	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
8/3	Difenoconazole (W, 10)*	2000	
8/8	Flubendiamide (F,18)	2000	28
9/10	Tolfenpyrad (E, 15)	1000	21A

1) E: Emulsifiable concentrate, F: Flowable, SP: water soluble powder, W: wettable powder, %AI: percentage of active ingredient, *: fungicide.
2) mating disruptant of sex pheromone complex to control *Adoxophyes honmai* Yasuda and *Homona magnanima* Diakonoff. Dilution indicates number of pheromone dispensers used.
3) For the meaning of the code, see IRAC website. Blank columns mean fungicide.

Table 4. The list of pesticides used in the commercial tea field (B) with IPM using tortorilure in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

Application date (Y/M/D)	Pesticides (Formulation, %AI) ¹⁾	Dilution	IRAC code ³⁾
2008/3/18	Tortorilure ²⁾	150/10a	
4/11	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/20	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
6/1	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
6/1	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
7/10	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
7/16	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
8/2	Acephate (W,50)	1000	1B
8/15	Flubendiamide (F,18)	2000	28
8/15	Difenoconazole (W, 10)*	2000	
9/5	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
9/5	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
2009/3/15	Spiromesifen (F, 30)	2000	23
3/23	Tortorilure ²⁾	250/10a	
4/9	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/19	Cyflumetofen (F, 20)	2000	25A
5/27	Diafenthiuron (W, 50)	1500	12A
6/1	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/11	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
7/11	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/22	Emamectin benzoate (E,1)	2000	6
7/30	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
8/8	Flubendiamide (F,18)	2000	28
9/11	Tolfenpyrad (E, 15)	1000	21A
9/11	Flufenoxuron (E, 10)	4000	15

1) E: Emulsifiable concentrate, F: Flowable, SP: water soluble powder, W: wettable powder, %AI: percentage of active ingredient, *: fungicide.
2) mating disruptant of sex pheromone complex to control *Adoxophyes honmai* Yasuda and *Homona magnanima* Diakonoff. Dilution indicates number of pheromone dispensers used.
3) For the meaning of the code, see IRAC website. Blank columns mean fungicide.

Table 5. The list of pesticides used in the commercial tea field (C) managed conventionally in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

Application date (Y/M/D)	Pesticides (Formulation, %AI) ¹⁾	Dilution	IRAC code ²⁾
2008/4/11	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/20	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
6/1	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
6/1	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
7/10	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
7/16	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
8/2	Acephate (W,50)	1000	1B
8/15	Flubendiamide (F,18)	2000	28
8/15	Difenoconazole (W, 10)*	2000	
9/5	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
9/5	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
2009/4/7	Pirimiphos-methyl (E,45)	1000	1B
5/18	Milbemectin (E,1)	1000	6
5/18	Methoxyfenozide (F,20)	4000	18
6/1	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
6/1	Tebuconazole (F, 20)*	2000	
7/5	Clothianidin (SP, 16)	2000	4A
7/11	Emamectin benzoate (E,1)	2000	6
7/14	Flonicamid (W, 10)	1000	9C
7/14	Azoxystrobin (F,20)*	2000	
7/30	Acephate (W,50)	1000	1B
7/30	Fenbuconazole (F,22)*	5000	
8/8	Flubendiamide (F,18)	2000	28
8/8	Chlorothalonil (F,40)*	1000	
8/28	Flufenoxuron (E, 10)	4000	15
9/13	Chlorfenapyr (F, 10)	2000	13
9/13	Tebuconazole (F, 20)*	2000	

1) E: Emulsifiable concentrate, F: Flowable, SP: water soluble powder, W: wettable powder, %AI: percentage of active ingredient, *: fungicide.

2) For the meaning of the code, see IRAC website. Blank columns mean fungicide.

10 剤、殺菌剤 6 剤であり、減農薬区は慣行防除区より殺虫剤の散布剤数はやや少なかった。また、無農薬区は 30 年以上にわたって無農薬管理を続けている圃場である。

(2) 現地圃場（牧之原市布引原地区）

2008 年 4 月 25 日（トラップ設置日）～11 月 28 日と 2009 年 4 月 21 日（トラップ設置日）～11 月 26 日まで牧之原市布引原地区の農家の成木茶園で調査を実施した。

調査圃場は、ハマキガ用の交信攪乱剤（トートリルア剤）を導入しかつ IGR 剤などの天敵類に影響の少ない選択性殺虫剤を中心に防除体系を組んだ IPM 区の 2 圃場

（A および B）と慣行防除区（C）の計 3 圃場とした（面積は各約 10a、品種は「やぶきた」）。

各圃場における 2 年間の薬剤散布歴は Table 3～5 に示す。A 圃場における殺虫剤の年間延べ散布剤数は、2008 年が 7 剤（トートリルア剤除く）、2009 年が 9 剤、B 圃場では同様に 2008 年が 8 剤、2009 年が 9 剤、C 圃場では同様に 2008 年が 9 剤、2009 年が 11 剤であった。

なお、調査前年の 2007 年における各調査圃場における薬剤散布歴の詳細は不明であるが、園主からの聞き取りでは、いずれの圃場も地域の慣行防除歴に準じて殺虫剤 10 剤前後、殺菌剤 3～5 剤と推定された。

2. 調査方法

調査には、10×10cm の黄色プラスチック板の両面に透明 IT シート®を貼り付けた黄色粘着トラップを用いた。トラップは、各調査圃場の周辺部から少なくとも 5m 以上離れた場所の樹冠部内部の摘採面下約 10cm の位置に各

圃場 3 枚設置した (Fig.1) . 設置位置を樹冠部内にした理由は, うね間等に設置すると, 黄色に誘引される大小のハエ類が大量に捕獲されて識別調査に支障を生ずる可能性があることと, 通常の管理作業の邪魔にならない利点があるためである.

各トラップの間隔は必ずしも一定ではないが, 概ね 5m 以上あけて設置した. これらのトラップを概ね 1 週間間隔で交換して回収し, 回収したトラップに捕獲された寄生蜂を実体顕微鏡下で識別及び同定して計数した. 寄生蜂の同定に当たっては, 山岸による寄生蜂の解説³⁹⁾, 高木の報告³⁰⁾, 新訂・原色昆虫大図鑑・第Ⅲ巻 (北隆館)²⁹⁾, 天敵大事典 (農文協)³³⁾, 渡邊³⁷⁾, 南川・刑部⁸⁾, などの複数の文献を参考にして, 種名, 属名が判別可能な個体はできるだけ種名, 属名まで, 不明な個体は少なくとも科名までは識別・分類した.

また, 寄生蜂類と同時にトラップに捕獲された害虫種のクワシロカイガラムシ雄成虫, チャノミドリヒメヨコバイ成虫, およびチャノキイロアザミウマ成虫についても寄生蜂類と同様に捕獲数を計数した (現地圃場は, クワシロカイガラムシ雄成虫のみ) .

データの統計処理は, マイクロソフト社エクセル 2003 のアドインソフト Statcel3⁴⁰⁾を用いた.



Fig. 1. A yellow sticky trap set inside the tea canopy to capture Hymenopteran parasitoids in a tea field.

Ⅲ 結 果

1. トラップに捕獲された寄生蜂の分類群 (主に科) の構成

(1) 研究センター内圃場

Table 6 に研究センター内の 3 圃場における 2 年間の捕獲個体数 (各圃場トラップ 3 枚の合計値) を示す.

無農薬区では 2008 年はリストに表記した 19 科中の 18 科 808 頭が, 2009 年はヒメコバチ科やオオモンクロバチ科などは認められず計 16 科 749 頭が捕獲された. 減農薬区では 2008 年は 18 科 5729 頭, 2009 年は前年に比べクロバチ上科の 2 科が認められず 16 科 1983 頭が捕獲された. 慣行防除区では 2008 年は他区で捕獲されているタマゴコバチ科は認められず 15 科 2431 頭が, 2009 年は前年より捕獲数は大幅に減少したが, 科数は 18 科と多く計 482 頭が捕獲された.

科ごとの 2 年間の総捕獲数に基づいた科の構成比の処理区間の比較を Fig.2 に示す. ここでは, 捕獲数 (優占度) の多い順に 10 位までの科とその他の科の構成比率を示す. いずれの区においてもトビコバチ科が最も多かつ

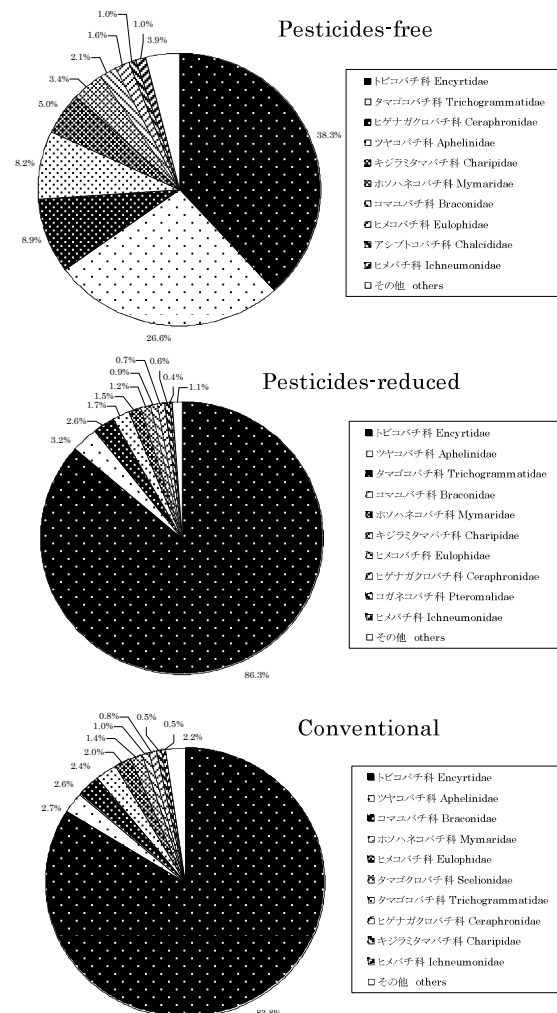


Fig. 2. Compositions ratio of the top 10 families and others in total numbers of the Hymenopteran parasitoids captured by yellow sticky traps in tea fields with different pest management systems in tea research center during two years (2008 and 2009)

Table 6. The list of Hymenopteran parasitoids captured by yellow sticky traps in tea fields with different pest management systems in tea research center in 2008 and 2009

上科 科 亜科または種	Superfamily Family Subfamily or Species	主な寄主 ¹⁾ Main host	無農薬区 Pesticides-free		減農薬区 Pesticides-reduced		慣行防除区 Conventional	
			2008年 ²⁾	2009年 ²⁾	2008年	2009年	2008年	2009年
コバチ上科	Chalcidoidea							
トビコバチ科	Encyrtidae							
チビトビコバチ	<i>Arrhenophagus albitibiae</i> Girault	P	360 ^a	209 ^x	5180 ^b	1423 ^y	2198 ^b	214 ^x
ナナセツトビコバチ	<i>Thomsonisca indica</i> Hayat	P	5 ^{ns}	11 ^{ns}	25 ^{ns}	7 ^{ns}	11 ^{ns}	4 ^{ns}
クワシロミドリトビコバチ	<i>Epitetracnemus comis</i> Noyes & Ren	P	4	1	6	1	0	6
マルカイガラクロフサトビコバチ	<i>Zaomma lambinus</i> (Walker)	P*	0	0	0	0	0	1
その他	spp.		6	1	8	3	3	4
ツヤコバチ科	Aphelinidae							
サルメンツヤコバチ	<i>Pteroptrix orientalis</i> (Silvestri)	P	12 ^a	14 ^x	10 ^{ab}	67 ^y	2 ^b	3 ^x
マダラツヤコバチ	<i>Marietta carnesi</i> (Howard)	P*	1	0	1	0	1	0
アブラコバチ亜科	Aphelininae (<i>Aphelinus</i> sp.?)	T	61 ^{ab}	39 ^{ns}	126 ^a	43 ^{ns}	24 ^b	46 ^{ns}
その他	spp.		0	0	0	1	0	3
ホソハネコバチ科	Mymaridae	E	31 ^{ns}	22 ^{ns}	41 ^{ns}	75 ^{ns}	42 ^{ns}	29 ^{ns}
タマゴコバチ科	Trichogrammatidae							
キイロタマゴバチ	<i>Trichogramma dendrolimi</i> Matsumura	A,H	2	9 ^{ns}	3	18 ^{ns}	0	5 ^{ns}
アザミウマタマゴバチ	<i>Megaphragma</i> sp.	S	28 ^a	375 ^x	2 ^b	177 ^y	0 ^b	23 ^y
ヒメコバチ科	Eulophidae							
アザミウマヒメコバチ	<i>Ceranius memes</i> (Walker)	S	4 ^{ns}	0	21 ^{ns}	0	44 ^{ns}	2
キイロホソコバチ	<i>Stenomiesius japonicus</i> (Ashmead)	C	1 ^{ns}	0	10 ^{ns}	0	1 ^{ns}	0
その他	spp. (<i>Tetrastichus</i> sp. etc.)		20 ^{ns}	0 ^x	28 ^{ns}	9 ^y	0 ^{ns}	10 ^y
ノミコバチ科	Elasmidae							
ノミコバチの1種	<i>Elasmus</i> sp.	C	10 ^a	3	4 ^{ab}	5	4 ^b	6
コガネコバチ科	Pteromalidae		9 ^{ns}	4	41 ^{ns}	3	6 ^{ns}	0
アシブトコバチ科	Chalcididae (<i>Brachymeria lasus</i> (Walker) etc.)	A,H	14 ^a	2	4 ^b	6	3 ^{ab}	8
オナガコバチ科	Torymidae		0	1	0	2	0	4
タマバチ上科	Cynipoidea							
ツヤヤドリタマバチ科	Eucoliidae		7	3 ^{ns}	2	16 ^{ns}	2	7 ^{ns}
キジラミタマバチ科	Charipidae	T*	64 ^a	14 ^x	72 ^a	17 ^x	8 ^b	8 ^y
タマゴクロバチ上科	Platygastroidea							
タマゴクロバチ科	Scelionidae		4 ^{ns}	4 ^x	5 ^{ns}	5 ^x	30 ^{ns}	10 ^y
ハラビロクロバチ科	Platygastriidae		3	1	5	0	3	6
ヒゲナガクロバチ上科	Ceraphronoidea							
オオモンクロバチ科	Megaspilidae	T*?	4 ^{ab}	0	14 ^a	1	0 ^b	1
ヒゲナガクロバチ科	Ceraphronidae	*?	126 ^a	13 ^x	18 ^b	33 ^y	3 ^b	21 ^y
クロバチ上科	Proctotrupoidea							
シリボソクロバチ科	Proctotrupidae		4	1	1	0	0	2
ハエヤドリクロバチ科	Diapriidae		3 ^{ab}	0 ^x	11 ^a	0 ^x	1 ^b	12 ^y
ヒメバチ上科	Ichneumonidae							
ヒメバチ科	Ichneumonidae (<i>Campoplex homonae</i> (Sonan) etc.)	A,H	4 ^{ns}	11 ^{ns}	16 ^{ns}	14 ^{ns}	8 ^{ns}	7 ^{ns}
コマユバチ科	Braconidae							
アブラバチ亜科	Aphidiinae	T	19 ^a	7 ^x	75 ^b	51 ^y	36 ^{ab}	35 ^{xy}
ハマキコウロコマユバチ	<i>Ascogaster reticulata</i> Watanabe	A	0	1	0	2	0	0
ハマキオスグロアカコマユバチ	<i>Bracon adoxophyes</i> Minamikawa	A	0	0	0	1	0	2
その他	spp.		2	3	0	3	1	3
合計捕獲数	Total number		808	749	5729	1983	2431	482

1) 寄主の種名 (host species): A: チャノコカクモンハマキ (*Adoxophyes honmai* Yasuda), C: チャノホソガ (*Caloptilia theivora* Walsingham), E: チャノミドリヒメコバチ (*Empoasca onukii* Matsuda), H: チャハマキ (*Homona magnanima* Diakonoff), P: クワシロカイガラムシ (*Pseudaulacaspis pentagona* (Targionii)), S: チャノキイロアザミウマ (*Scirtotrips dorsalis* Hood), T: コミカンアブラムシ (*Toxoptera aurantii* (Boter de Fonscolombe)), *: 高次寄生者 (hyper-parasite) と考えられる

2) Same letter indicates no-significant difference between each treatments in each year ($p < 0.05$; Tukey-Kramer test)

たが、2位以降は区によって変動した。無農薬区では2位以降にタマゴコバチ科、ヒゲナガクロバチ科、ツヤコバチ科、キジラミタマバチ科と続いた。特にタマゴコバチ科の比率は26.6%と他区に比べて多かった。減農薬区ではトビコバチ科が86.3%と圧倒的に多く、次いでツヤコバチ科、タマゴコバチ科、コマユバチ科、ホソハネコバチ科と続いた。慣行防除区ではやはりトビコバチ科が83.8%と多く、2位以降ではツヤコバチ科、コマユバチ科、ホソハネコバチ科、ヒメコバチ科となった。なお、3区における科の構成比率は、区間で有意差が認められた（独立性の検定、 $p < 0.01$ ）。

次に、Table 6に示す各分類群の捕獲数について、各年においていずれかの区で10頭以上捕獲された群に関して

年別に区間の比較を行った結果、いくつかの分類群では区間で有意差が認められた（Table 6, 以下、対数変換（+0.5）後の Tukey-Kramer test, $p < 0.05$ ）。いずれかの年で区間に有意差が認められたものは、チビトビコバチ *Arrhenophagus albitibiae* Girault, サルメンツヤコバチ *Pteroptrix orientalis* (Silvestri), アブラコバチ亜科, アザミウマタマゴバチ *Megaphragma* sp., ヒメコバチ科 spp., ノミコバチ科, アシブトコバチ科, キジラミタマバチ科, タマゴクロバチ科, オオモンクロバチ科, ヒゲナガクロバチ科, ハエヤドリクロバチ科, アブラバチ亜科の計13の分類群であった。それら以外の分類群では、区間の有意差は認められなかった。

(2) 現地圃場（牧之原市布引原地区）

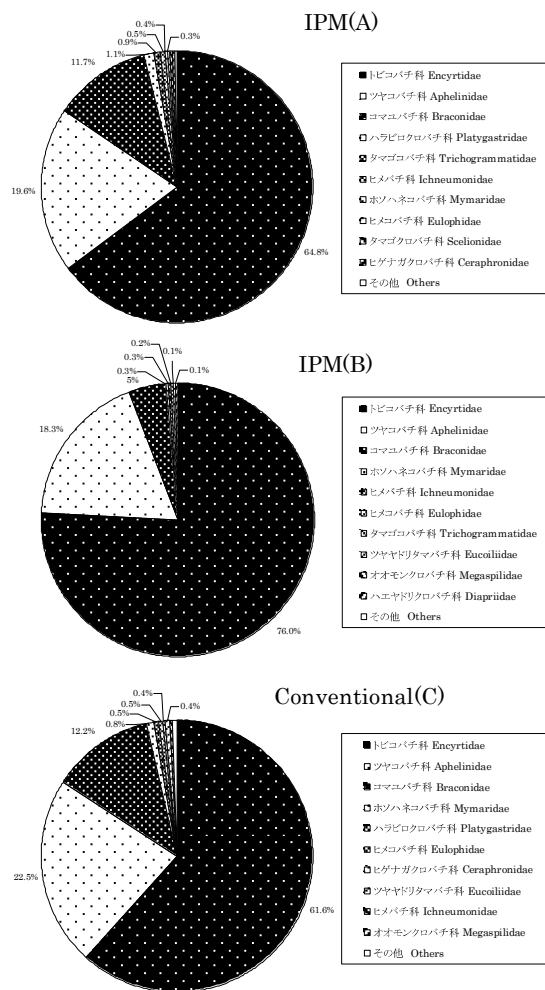


Fig. 3. Compositions ratio of the top 10 families and others in total numbers of Hymenopteran parasitoids captured by yellow sticky traps in commercial tea fields with different pest management systems in Nunobiki-bara area during two years (2008 and 2009)

Table 7 に牧之原市布引原の現地 3 圃場における 2 年間の捕獲個体数を示す。IPM 区(A)では 2008 年はリストに表記した 19 科中の 11 科 1146 頭が、2009 年は前年認められなかったタマゴバチ科などが捕獲され計 11 科 1228 頭であった。IPM 区(B)では、10 科 1576 頭、2009 年は前年捕獲されなかったタマゴバチ科などが捕獲され 10 科 1033 頭であった。慣行防除区(C)では 2008 年は 11 科 1318 頭が、2009 年は前年より若干捕獲された科が増え 15 科 652 頭であった。2 年間の 3 圃場合計では研究センターとほぼ同じ 18 科が捕獲された（コガネコバチ科は捕獲なし）。

科ごとの 2 年間の総捕獲数に基づいた科の構成比の処理区間の比較を Fig.3 に示す。ここでは、捕獲数の多い順に 10 位までの科とその他の科の構成比率を示す。いずれ

の区においても 1 位～3 位までの科はトビコバチ科、ツヤコバチ科、コマユバチ科と同じであった。4 位以降では、4 位がハラビロクロバチ科（圃場 A）やホソハネコバチ科（圃場 B および C）と区で異なり、例えばタマゴバチ科は圃場 A と圃場 B では 10 位以内に入っていたが慣行防除区の圃場 C では 10 位圏外であった。優占度 1 位のトビコバチ科の割合は圃場 A, B, および C でそれぞれ 64.8%, 76.0%, 61.6% で B 圃場が他よりやや多く、一方、2 位のツヤコバチ科は 19.6%, 18.3%, 22.5% と区間で大きな差はみられなかった。3 位のコマユバチ科はそれぞれ 11.7%, 5.0%, 12.2% とやや違いがみられた。なお、3 区における科の構成比率は、区間で有意差が認められた（独立性の検定, $p < 0.01$ ）。

次に、Table 7 の各分類群の捕獲数について、概ね年間 10 頭以上捕獲された群に関して年別に区間の比較を行った結果、いくつかの分類群では区間で有意差が認められた（Table 7, Tukey-Kramer test, $p < 0.05$ ）。いずれかの年で区間に有意差が認められたものは、ホソハネコバチ科、アザミウマタマゴバチ、ハラビロクロバチ科、ハマキコウコマユバチ *Ascogaster reticulata* Watanabe の計 4 の分類群で、研究センターにおける調査で有意差が認められた分類群の数 13 に比べると少なかった。なお、捕獲数が非常に多かったチビトビコバチやサルメンツヤコバチは、いずれの年も区間で有意差は認められなかった（Tukey-Kramer test, $p > 0.05$ ）。

2. 3 種害虫の捕獲数と発生消長

粘着トラップに捕獲されたクワシロカイガラムシ雄成虫とチャノミドリヒメヨコバイ成虫、およびチャノキイロアザミウマ成虫の 2 年間の捕獲個体数を Table 8（現地圃場はクワシロカイガラムシ雄成虫のみ）に、センター内 3 圃場における 3 種害虫の発生（捕獲）消長を Fig. 4 に示す。

クワシロカイガラムシ雄成虫の捕獲数は、センター内では両年ともに無農薬区が最も少なく、次いで慣行防除区、減農薬区の順であった（2008 年は分散分析では有意（ $p < 0.05$ ）であったが、多重比較検定（Tukey-Kramer test）では区間での有意差無し）。2009 年の慣行防除区では、おそらく新薬剤であるピリプロキシフェン剤散布（Table 2）の効果により、前年の約 1/4 まで減少した。現地圃場では、いずれの圃場でも 2008 年より 2009 年の方が捕獲数は減少したが、圃場間での有意差は両年ともに認められなかった（ $p > 0.05$ ）。センター内圃場における発生消長では、6 月下旬、8 月下旬、10 月下旬～11 月

Table 7. The list of Hymenopteran parasitoids captured by yellow sticky traps in commercial tea fields with different pest management systems in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

上科 科 亜科または種	Superfamily Family Subfamily or Species	主な寄主 ¹⁾ Main host	IPM区(A) IPM		IPM区(B) IPM		慣行防除区(C) Conventional	
			2008年 ²⁾	2009年 ²⁾	2008年	2009年	2008年	2009年
コバチ上科	Chalcidoidea							
トビコバチ科	Encyrtidae							
チビトビコバチ	<i>Arrhenophagus albitibiae</i> Girault	P	553 ^{ns}	703 ^{ns}	1047 ^{ns}	608 ^{ns}	954 ^{ns}	268 ^{ns}
ナナセツトビコバチ	<i>Thomsonisca indica</i> Hayat	P	4 ^{ns}	5	12 ^{ns}	5	8 ^{ns}	5
クワシロミドリトビコバチ	<i>Epitetracnemus comis</i> Noyes & Ren	P	2	0	0	0	0	0
マルカイガラクロフサトビコバチ	<i>Zaomna lambinus</i> (Walker)	P*	0	0	0	0	0	0
その他	spp.		5	3 ^{ns}	3	10 ^{ns}	0	3 ^{ns}
ツヤコバチ科	Aphelinidae							
サルメンツヤコバチ	<i>Pteroptrix orientalis</i> (Silvestri)	P	384 ^{ns}	403 ^{ns}	450 ^{ns}	342 ^{ns}	279 ^{ns}	126 ^{ns}
マダラツヤコバチ	<i>Marietta carnesi</i> (Howard)	P*	0	0	0	1	0	0
アブラコバチ亜科	Aphelininae (<i>Aphelinus</i> sp.?)	T	2	2	2	0	4	1
その他	spp.		0	0	0	1	0	2
ホソハネコバチ科	Mymaridae	E	4	3 [*]	2	4 [*]	4	13 [?]
タマゴコバチ科	Trichogrammatidae							
キイロタマゴバチ	<i>Trichogramma dendrolimi</i> Matsumura	A,H	0	0	0	1	0	0
アザミウマタマゴバチ	<i>Megaphragma</i> sp.	S	0	18 [*]	0	2 [?]	0	2 [?]
ヒメコバチ科	Eulophidae							
アザミウマヒメコバチ	<i>Ceranius memes</i> (Walker)	S	1	0	0	0	0	4
キイロホソコバチ	<i>Stenomiesius japonicus</i> (Ashmead)	C	0	0	0	0	0	0
その他	spp. (<i>Tetrastichus</i> sp. etc.)		4	1	3	1	2	4
ノミコバチ科	Elasmidae							
ノミコバチの1種	<i>Elasmus</i> sp.	C	0	1	0	0	1	1
コガネコバチ科	Pteromalidae		0	0	0	0	0	0
アシブトコバチ科	Chalcididae (<i>Brachymeria lasus</i> (Walker) etc.)	A,H	0	0	0	0	0	2
オナガコバチ科	Torymidae		2	0	1	0	0	0
タマバチ上科	Cynipoidea							
ツヤドリタマバチ科	Eucoilidae		0	2	1	1	0	8
キジラミタマバチ科	Charipidae	T*	1	0	1	0	1	0
タマゴクロバチ上科	Platygastroidea							
タマゴクロバチ科	Scelionidae		2	2	0	0	0	0
ハラビロクロバチ科	Platygastriidae		21 ^a	0 [*]	0 ^b	1 ^x	1 ^b	10 [?]
ヒゲナガクロバチ上科	Ceraphronoidea							
オオモンククロバチ科	Megaspilidae	T*?	1	0	0	2	0	4
ヒゲナガクロバチ科	Ceraphronidae	*?	3	1	0	0	3	6
クロバチ上科	Proctotrupoidea							
シリボソクロバチ科	Proctotrupidae		1	0	0	0	1	0
ハエヤドリクロバチ科	Diapriidae		0	0	2	0	0	1
ヒメバチ上科	Ichneumonidae							
ヒメバチ科	Ichneumonidae (<i>Campoplex homonae</i> (Sonan) etc)	A,H	7	2	3	3	4	2
コマユバチ科	Braconidae							
アブラバチ亜科	Aphidiinae	T	145 ^{ns}	55 ^{ns}	44 ^{ns}	36 ^{ns}	53 ^{ns}	82 ^{ns}
ハマキコウラコマユバチ	<i>Ascogaster reticulata</i> Watanabe	A	4	27 ^{xy}	5	15 [*]	3	108 [?]
ハマキオスグロアカコマユバチ	<i>Bracon adoxophyesi</i> Minamikawa	A	0	0	0	0	0	0
その他	spp.		0	0	0	0	0	0
合計捕獲数	Total number		1146	1228	1576	1033	1318	652

1) 寄主の種名 (host species) A: チャノコカクモンハマキ (*Adoxophyes honmai* Yasuda), C: チャノホソガ (*Caloptilia theivora* Walsingham), E: チャノミドリヒメヨコバイ (*Empoasca onukii* Matsuda), H: チャハマキ (*Homona magnanima* Diakonoff), P: クワシロカイガラムシ (*Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni)), S: チャノキイロアザミウマ (*Scirtothrips dorsalis* Hood), T: コミカンアブラムシ (*Toxoptera aurantii* (Boter de Fonscolombe)), *: 高次寄生者 (hyper-parasite) と考えられる

2) Same letter indicates no-significant difference between each treatments in each year ($p < 0.05$; Tukey-Kramer test)

の3世代のピークが明瞭に認められ、ピークの大きさは行防除区との間に有意差 (Tukey-Kramer test, $p < 0.05$) が認められた (Table 8) . 2009 年も同様に無農薬区が最も少なかったが、区間での有意差は認められなかった ($p > 0.05$) (Table 8) . 発生消長 (Fig.4) は、両年とも

Table 8. The numbers of three species of pests captured by yellow sticky traps in tea fields with different pest management systems in tea research center and Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

害虫種	Pest species	研究センター内圃場 Tea research center fields						現地圃場 Commercial tea fields in Nunobiki-bara area					
		無農薬区 Pesticides-free		減農薬区 Pesticides-reduced		慣行防除区 Conventional		IPM区(A) IPM		IPM区(B) IPM		慣行防除区(C) Conventional	
		2008年 ¹⁾	2009年 ¹⁾	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年	2008年	2009年
クワシロカイガラムシ (雄成虫) <i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targioni-Tozzetti)		477 ^{ab}	1100 ^{ns}	7827 [*]	3081 ^{ns}	4693 [*]	1285 ^{ns}	7353 ^{ns}	2219 ^{ns}	5017 ^{ns}	3725 ^{ns}	4753 ^{ns}	1405 ^{ns}
チャノミドリヒメヨコバイ (成虫) <i>Empoasca onukii</i> Matsuda		170 ^a	194 ^{ns}	359 ^{ab}	383 ^{ns}	483 ^b	296 ^{ns}	- ³⁾	-	-	-	-	-
チャノキイロアザミウマ (成虫) <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood		462 ^{ns}	233 ^a	589 ^{ns}	704 ^b	340 ^{ns}	462 ^{ab}	-	-	-	-	-	-

1) Same letter indicates no-significant difference between each treatments in each year ($p < 0.05$; Tukey-Kramer test)

2) *: there was significant difference by ANOVA ($p < 0.05$)

3) -: no data

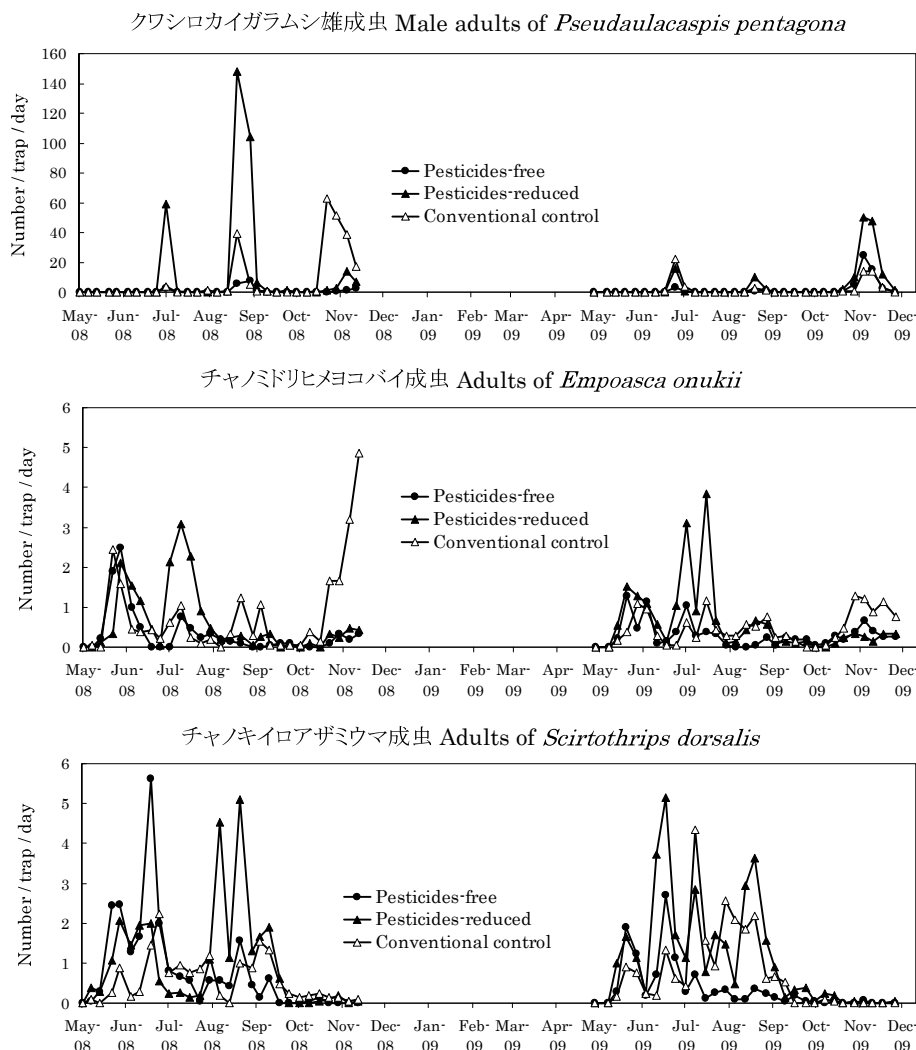


Fig. 4. Seasonal changes of the numbers of the three species of pests: *Pseudaulacaspis pentagona*, *Empoasca onukii* and *Scirtothrips dorsalis* captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

に、二番茶芽生育～摘採期の5～6月、三番茶芽生育期の7月、秋芽生育期の9月にややばらついた発生ピークが認められたが、10月中旬以降にもやや増加し、慣行防除区でその傾向は顕著であった。この時期の捕獲数の増加は、秋整枝作業の影響（整枝による成虫の追い出し）が考えられた。無農薬区では、他区と比較すると二番茶期のピークは同程度を示したものの、7月以降では他区よりも低密度で推移した。

チャノキイロアザミウマ成虫の捕獲数は、2008年は慣行防除区が最も少なかったが、区間の有意差は認められなかった（Table 8）。2009年は無農薬区が最も少なく、無農薬区と減農薬区との間には有意差が認められた（Tukey-Kramer test, $p < 0.05$ ）（Table 8）。発消長では、二番茶生育期の6月から秋整枝頃の9月下旬まで複数のピークを形成しながら連続的に発生が続いたが、盛

夏の7月下旬頃は一時的に減少傾向を示した（Fig.4）。また、2009年の無農薬区では、他区と比べて総じて捕獲数は少なく、7月中旬以降は調査終了時まで1頭/トラップ/日以下の低密度で推移した（Fig.4）。

3. 捕獲数が比較的多い寄生蜂の発消長

Table 6, 7で年間の捕獲数が概ね10頭以上と比較的捕獲数が多く、主要害虫の防除上、重要と考えられるいくつかの分類群について2年間の発生（捕獲）消長をFig.5～12に示す。

(1) 研究センター内圃場

クワシロカイガラムシの主要天敵^{22,23}であるチビトビコバチ、サルメンツヤコバチ、ナナセツトビコバチの発消長をFig.5に示す。チビトビコバチは、こ

れまで知られているように、寄主の発生世代に合わせた年間6回の発生ピークを示し、2009年の捕獲数は2008年より全体として減少した。3区の中では減農薬区における発生ピークが特に大きく、無農薬区の発生数は他区よりむしろ少なかった。サルメンツヤコバチは6月上旬、8月上旬、10月上旬の年間3回のピークを示したが、チビトビコバチとは逆に2009年が前年より増加し、減農薬区のピークが最も大きかった。ナナセツトビコバチは捕獲数が少なかったためピーク時期がややばらついたが、6月下旬、8月中旬、10月下旬～11月上旬にピークが認められ、2008年は減農薬区での8月のピークが大きかった。

ハマキガ類の土着天敵と考えられるキイロタマゴバチ *Trichogramma dendrolimi* Matsumura, アシブトコバチ科（キアシブトコバチ *Brachymeria lasus* (Walker)）などを含

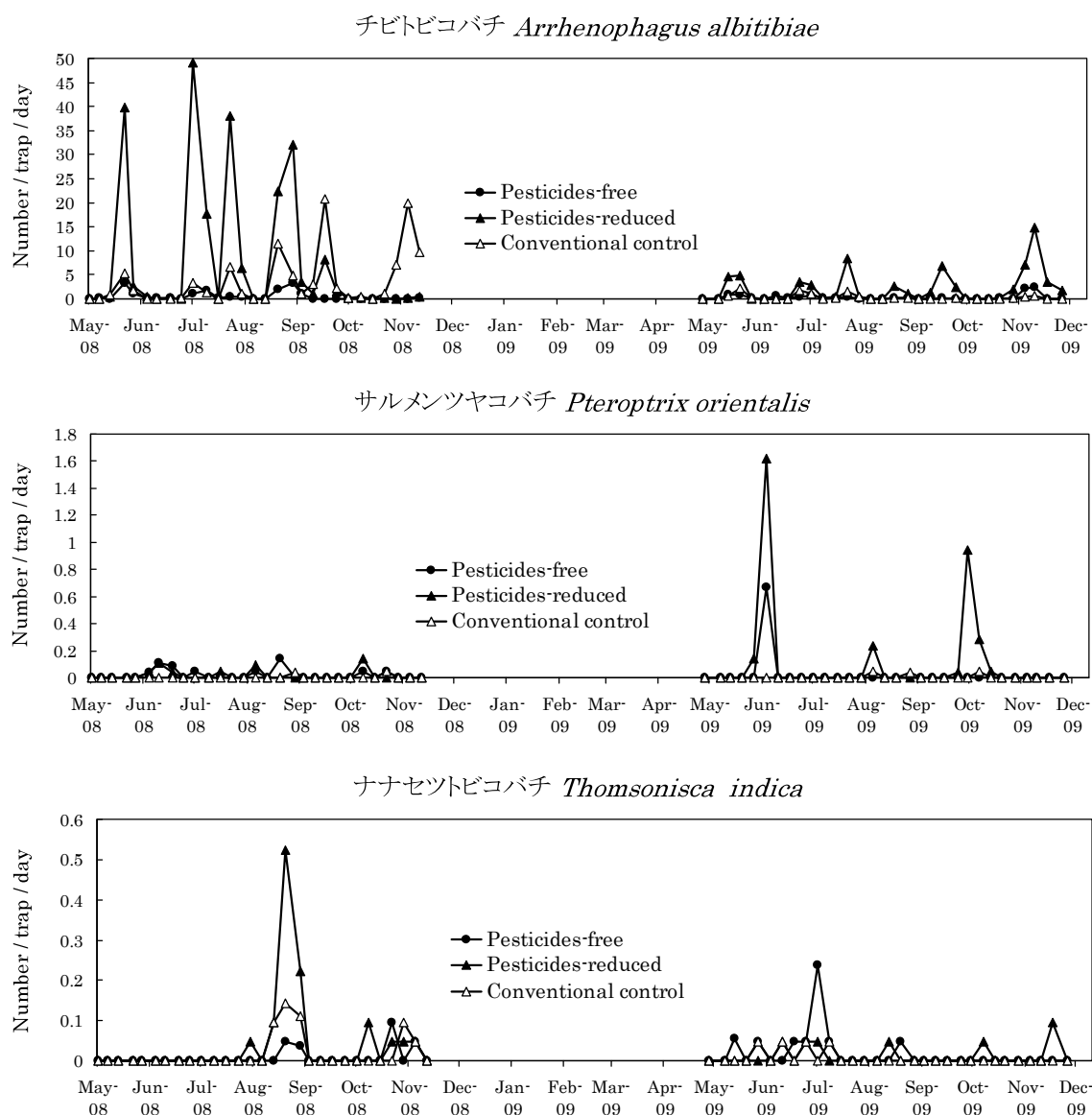


Fig. 5. Seasonal changes of the numbers of the three species of parasitoids against *Pseudaulacaspis pentagona* captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

む), ヒメバチ科(チャハマキチビアメバチ *Campoplex homonae* (Sonan)が多いと思われる)の発生消長を Fig.6 に示す。いずれの分類群も捕獲数が少なかったため、発生ピークはやや不明瞭であった。キイロタマゴバチは、2009 年が前年よりやや多く捕獲され、7 月下旬頃と 8 月下旬～9 月上旬に比較的明瞭なピークが減農薬区で認められた。アシブトコバチ科は 7 月上旬～9 月上旬にかけて比較的多く捕獲され、2008 年は無農薬区が多かったが、2009 年は慣行防除区でも 8 月にややまとまって捕獲された。ヒメバチ科は、2008 年は 6 月下旬～11 月まで捕獲され、2009 年は 5 月から 10 月までだらだらと少数が捕獲された。区間での捕獲数やピーク時期の違いは不明瞭であった。なお、捕獲されたヒメバチ科は、チビアメバチ

類などを中心に小型から大型の種まで複数種が含まれていた。

チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood の土着天敵と考えられるアザミウマタマゴバチとアザミウマヒメコバチ *Ceranius memes* (Walker)の発生消長を Fig.7 に示す。アザミウマタマゴバチは、2008 年の捕獲数は無農薬区でごくわずかであったが、2009 年は無農薬と減農薬において多数が捕獲された。発生ピークは 7 月中旬頃と 8 月下旬～9 月中旬頃であった。なお、慣行防除区での捕獲数は他区に比べて非常に少なかった。アザミウマヒメコバチは、2008 年は慣行防除区、減農薬区、無農薬区の順で発生ピークが大きく、ピーク時期は 6 月中旬に小さなピークが、10 月中旬～下旬頃に大きなピークが認め

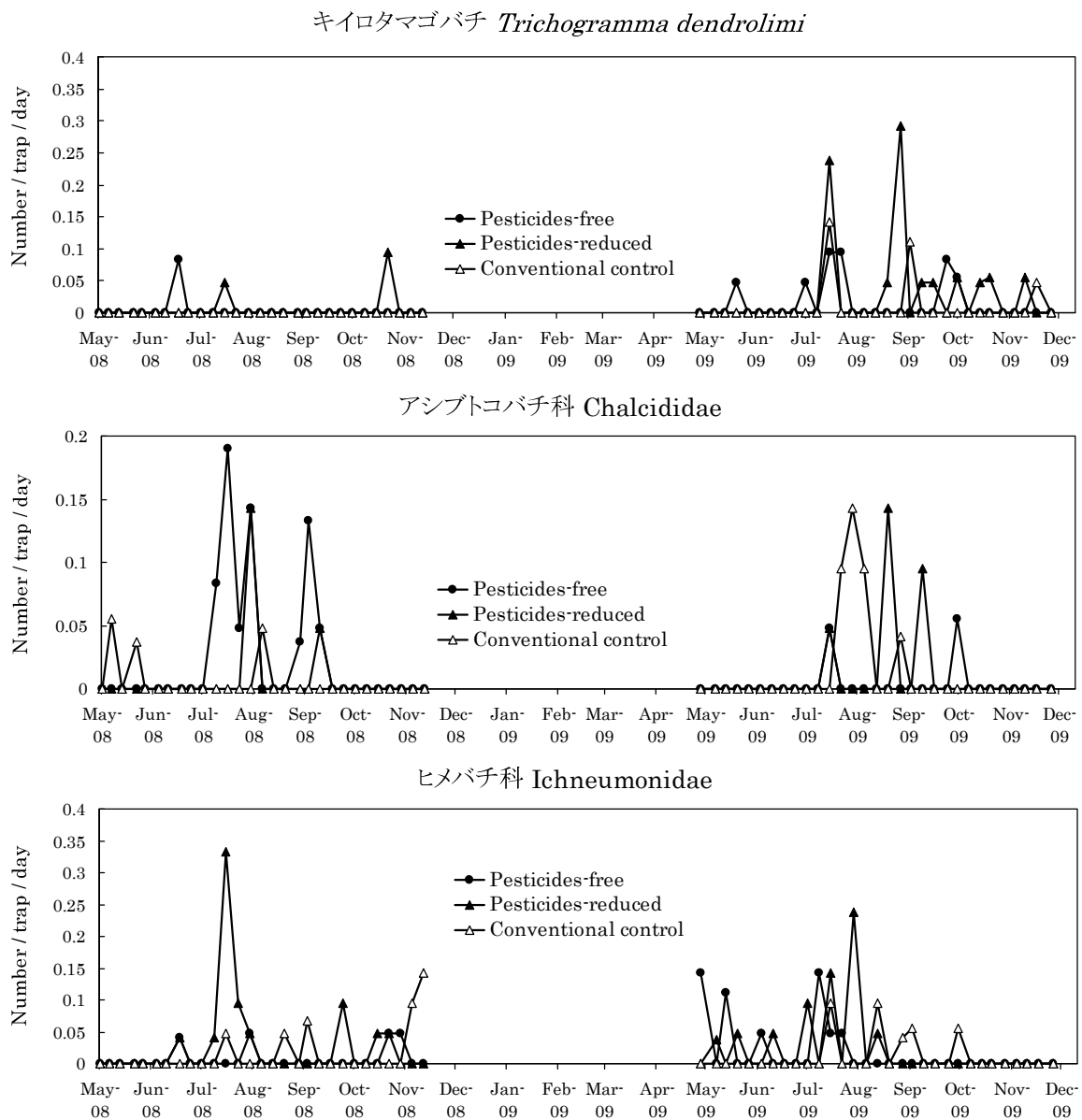


Fig. 6. Seasonal changes of the numbers of *Trichogramma dendrolimi*, Chalcididae, and Ichneumonidae parasitoids considered to be natural enemies of *Adoxophyes honmai* and *Homona magnanima* captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

られた。一方、2009 年はいずれの区においても捕獲数はごくわずかであった。

コミカンアブラムシ *Toxoptera aurantii* (Boter de Fonscolombe)の土着天敵と考えられるアブラバチ類、アブラコバチ類と、および二次寄生者と考えられるキジラミタマバチ科^{30,39)}の発生活消長を Fig.8 に示す。いずれも比較的だらだら発生パターンを示したが、アブラコバチ類は5月～6月と8月にピークが認められた。発生のピークの大きさは、2008 年は減農薬区、無農薬区、慣行防除区の順であったが、2009 年は8月下旬のピークでは慣行防除区が最も大きかった。アブラバチ類はだらだら発生で

あったが、5月下旬～6月上旬と9月～10月(2008 年)または8月～9月上旬(2009 年)にピークが認められた。ピークの大きさは総じて減農薬区が最も大きかった。キジラミタマバチ科は、2008 年はアブラコバチ類と同様に5月～6月にかけて大きなピークを形成し、その後は8月中旬頃と10月下旬頃に若干数が捕獲された。2009 年は2008 年より捕獲数は少なく、5月中旬と6月上旬などに小さなピークが認められた。全体として、慣行防除区での発生数は他区よりも少なかった。

ホソハネコバチ科とノミコバチ科の発生活消長を Fig.9 に示す。ホソハネコバチ類は主にチャノミドリヒメヨコバ

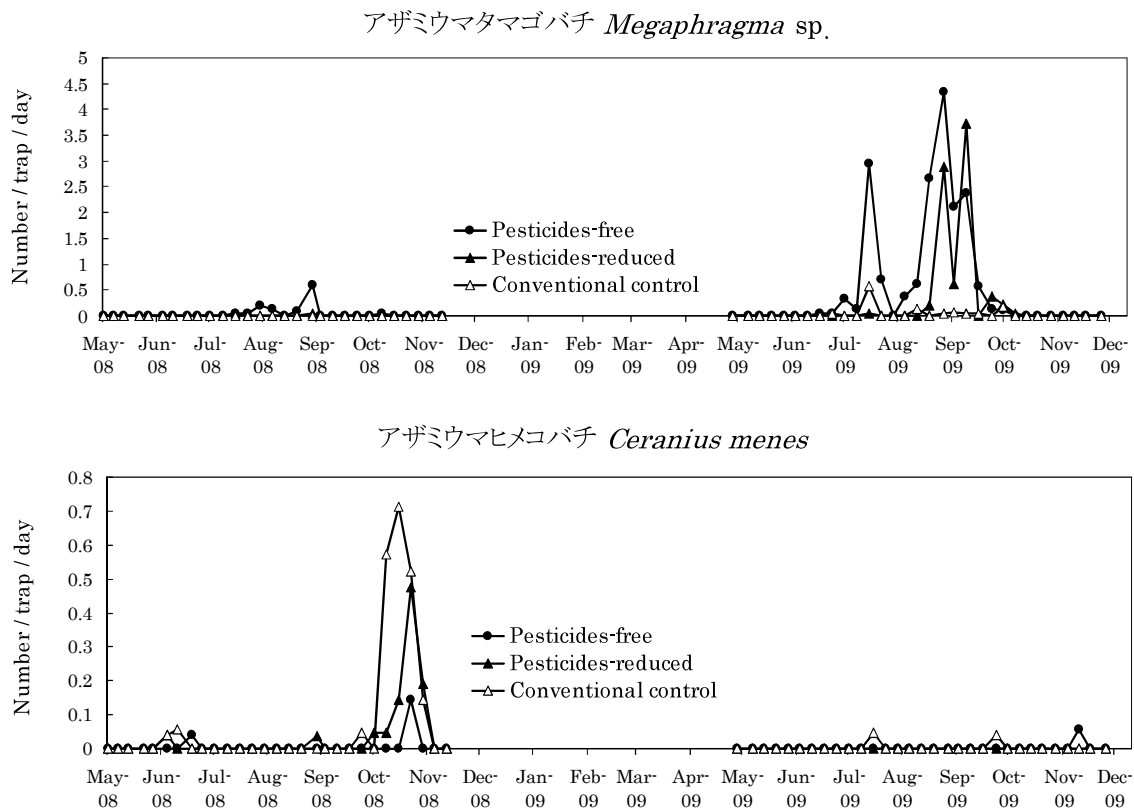


Fig. 7. Seasonal changes of the numbers of the two species of parasitoids against *Scirtothrips dorsalis* captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

イの卵寄生蜂¹⁰⁾と考えられるが、形態が明らかに異なる複数種が認められた。ホソハネコバチの発生はややだらだら型でピーク時期が不明瞭であったが、2009年は7月中旬と8月下旬にピークが認められた。2008年はいずれの区でも同程度の数が発生していたが、2009年は減農薬区の発生量が多かった。ノミコバチ科（本科は、現在は分類学上ヒメコバチ科に含まれるが、ここでは従前どおりの別科扱いとした）はほとんどがチャノホソガ *Caloptilia theivora* Walsingham に多寄生する *Elasmus* sp.¹⁹⁾と考えられたが、捕獲数は全体として少なく、年間を通して捕獲され明瞭なピークは認められなかった。捕獲数は無農薬区でやや多いものの、慣行防除区を含む全ての区で捕獲された。

Fig.10 にタマゴクロバチ科、オオモンクロバチ科、ヒゲナガクロバチ科の発生消長を示す。これらの科の寄生蜂は多種多様で形態の異なる複数種が捕獲された。茶園における主な寄主はほとんど不明であるが、クモ類の卵寄生蜂なども含まれていた（山岸、私信）。タマゴクロバチ科は、2008年10月中旬に慣行防除区で大きなピークが認められたものの、他の時期での捕獲数はいずれの区もわずかであった。オオモンクロバチ科は2008年の6

月と7月に減農薬区と無農薬区でピークが認められたが、その他の時期ではほとんど捕獲されなかった。ヒゲナガクロバチ科は、2008年に無農薬区で6月中旬と7月下旬頃に明瞭なピークが認められたが、その他の時期では少数がだらだらと捕獲された。

(2) 現地圃場（牧之原市布引原地区）

Fig. 11 にチビトビコバチとサルメンツヤコバチ、ホソハネコバチ科、およびアザミウマタマゴバチの発生消長を示す。チビトビコバチは年間5～6回の明瞭なピークを示したが、発生量については年および区の違いははっきりしなかった。サルメンツヤコバチは、研究センターと同様の年3回の明瞭なピークを示し、両年ともにIPM区（AおよびB）の発生量は慣行防除区（C）よりもやや多かった（ただし、有意差はなし）。ホソハネコバチ科は捕獲数が少なく、年間で断続的に捕獲されたが、2009年は慣行防除区でやや捕獲数が多かった。アザミウマタマゴバチは、2008年はどの区でも捕獲されなかったが、2009年はいずれの区でも捕獲され、IPM区（A）では8～9月にピークが認められた。

Fig.12 に、ハラビロクロバチ科、アブラバチ類、およびチャノコカクモンハマキの重要天敵であるハマキコウ

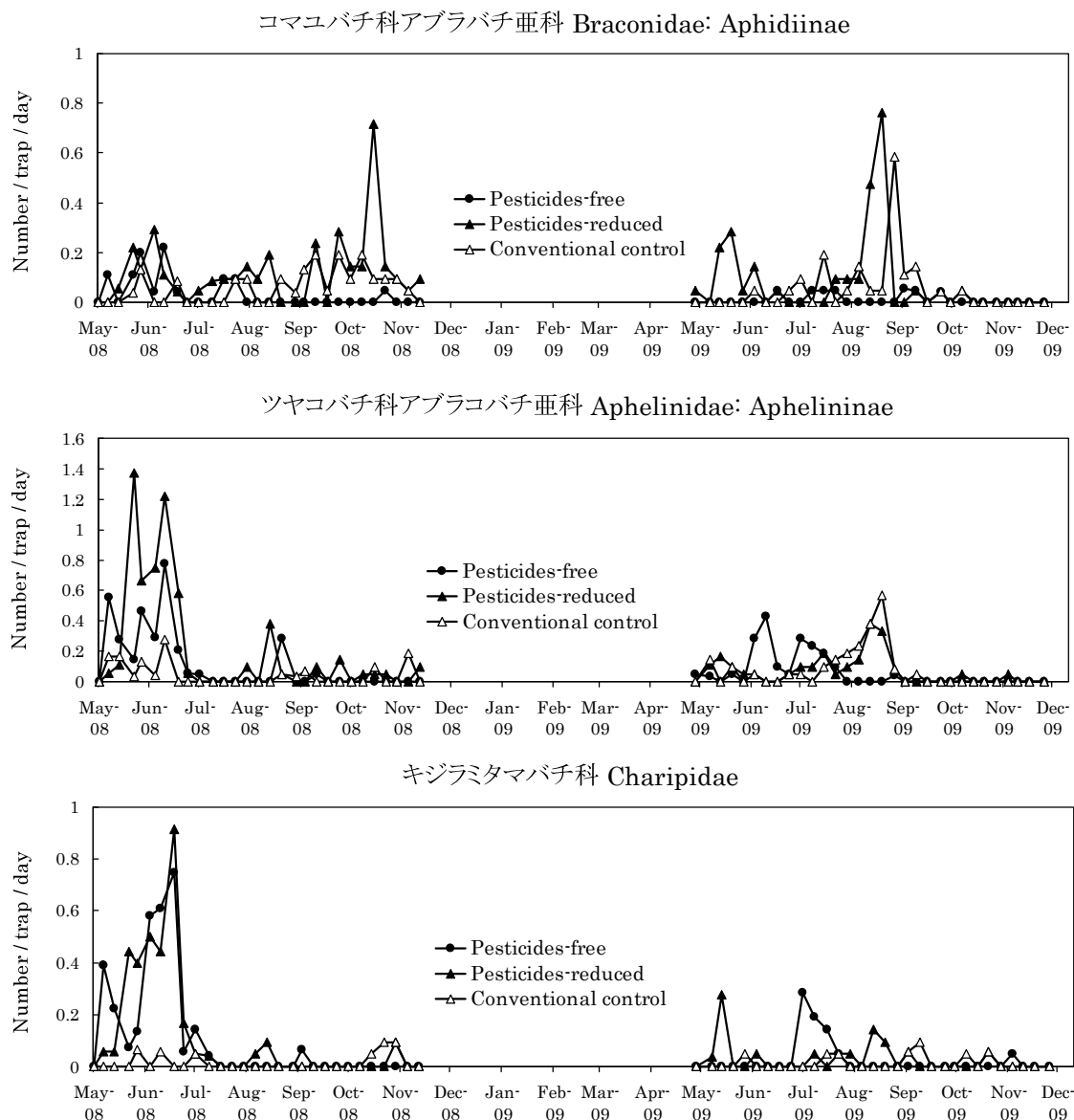


Fig. 8. Seasonal changes of the numbers of the two sub-families of parasitoids against *Toxoptera aurantii* against and Charipidae considered to be their hyper-parasite captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

ラコマユバチ²¹⁾の発消生長を示す。ハラビロクロバチ科は形態が異なる多種類が認められ、2008年はIPM区(A)で7月上旬と8月上旬にやや大きなピークが、2009年は慣行防除区で8月上旬にやや明瞭なピークが認められた。アブラバチ類は、2008年は7月と10月にピークが認められ、特にIPM区(A)での10月のピークは大きかった。2009年は5月下旬～7月下旬と10月上旬にややまとまって捕獲され、慣行防除区では7月上旬に明瞭なピークが認められた。また、両年ともに8～9月の盛夏期の捕獲数は少なかった。なお、センターでは比較的捕獲数が多かったアブラコバチ類は現地では非常に少なかった(Table 7)。ハマキコウラコマユバチは、研究センターではあまり捕

獲されなかった(Table 6)が、現地圃場ではかなりまとまった数が捕獲された。特に2009年はいずれの区でも捕獲され、5月中旬と6月下旬、7月下旬～8月上旬、9月中旬～下旬に計4回のピークが認められた。区間の比較では、2008年は区間で差が認められなかったが、2009年は慣行防除区で捕獲数が多かった。

IV 考 察

1. トラップに捕獲された寄生蜂の分類群(主に科)の構成

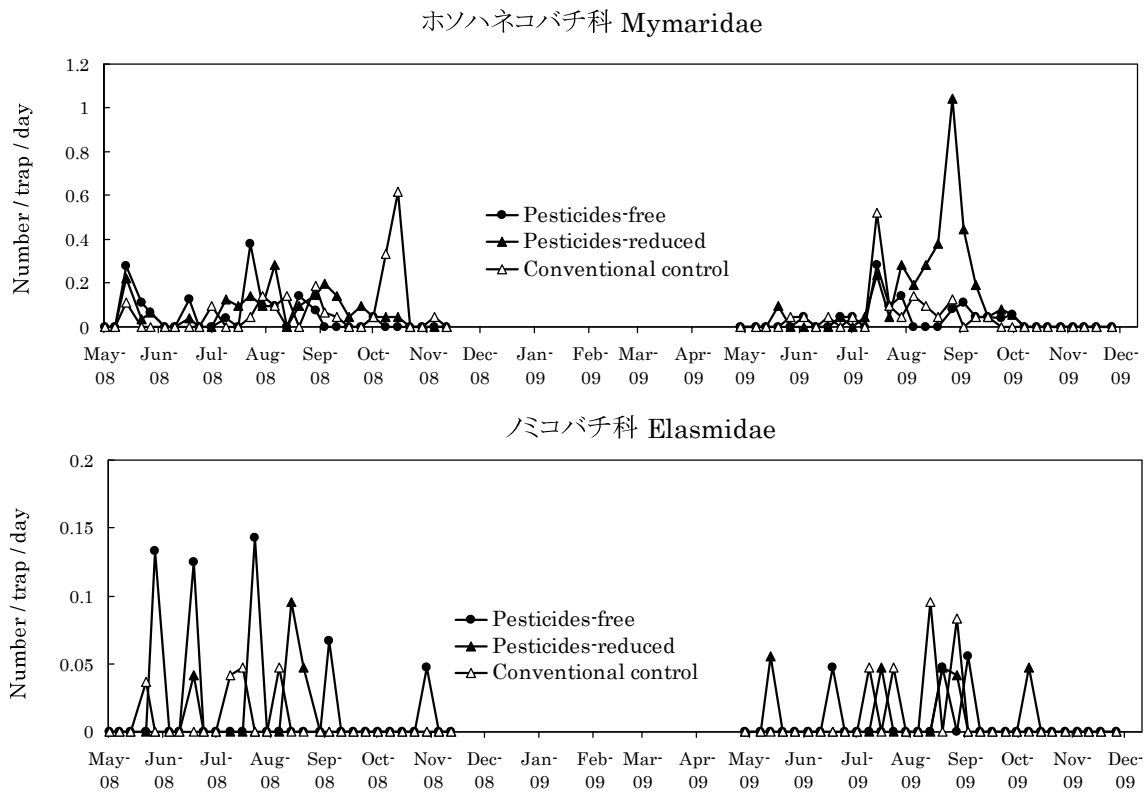


Fig. 9. Seasonal changes of the numbers of the Mymaridea and Elasmidae captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009. Mymaridea and Elasmidae parasitoids are considered to be natural enemies to *Empoasca onukii* and *Caloptilia theivora*, respectively

今回の 2 年間の調査では、3 枚／圃場の黄色粘着トラップを用いて 1 圃場当たり研究センターでは約 4061 頭（合計 12182 頭）、現地圃場では約 2318 頭（合計 6953 頭）の寄生蜂を捕獲し、すべての個体を最低限、科レベルまで分類した。茶園における寄生蜂相の同様の網羅的な調査は、本研究と同地域で実施された高木の報告³⁰⁾がよく知られているが、高木³⁰⁾は捕獲効率の高い吸引粘着トラップを用いているので、本研究で用いた黄色粘着トラップによる結果とは単純に比較はできない。また、本研究では、トラップの設置位置を樹冠内部のみとしたため、摘採面上などを飛翔している寄生蜂や圃場外から侵入してくるいわゆる行きずりの寄生蜂は捕獲されにくかったと推察される。なお、一部の茶園では別途、摘採面上に設置した乾式粘着トラップ（SE トラップ）を用いて寄生蜂類を調査したが、ハマキガ類の天敵と考えられるヒメバチ科やコマユバチ科の寄生蜂がよく捕獲される他、寄生蜂ではないがヒラタアブ類がよく捕獲される傾向があり、今回の樹冠内トラップで捕獲される寄生蜂相とは若干異なっていた²⁰⁾。今回は樹冠内に設置されたトラップのみの結果であるので、樹冠部に主に生息する種が主体となったと考えられ、他の手法や設置場所が異なる場

合（摘採面上やうね間、地表面）とは寄生蜂相の傾向がやや異なる可能性があり、捕獲数が圃場密度を必ずしも反映しているわけではない³⁰⁾。この点を考慮した上で、以下、茶園における寄生蜂相について論じたい。

研究センター圃場、現地圃場ともに科数は計 19 科が認められた。計 19 科という数値が農地に生息する寄生蜂相として多様性が高いかどうかについては一概に言えないが、今回は筆者らの知識不足により属や種レベルまで分類はできなかったものの、捕獲個体の形態の違いなどから、多くの科で複数の種が確認された。ちなみに高木³⁰⁾では、寄主がチャ害虫であることが判明している寄生蜂を中心に属または種まで同定された寄生蜂 40 種が報告されている。一方、今回の調査では、例えばホソハネコバチ科に関しては、形態の違いから小島ら¹⁰⁾がチャノミドリヒメヨコバイの卵寄生蜂として報告した 3 種よりも多い 7~8 種が確認され、体サイズの大きさからおそらくチャノミドリヒメヨコバイ以外の寄主（例えば、アオバハゴロモ）の卵寄生蜂なども含まれていると推察された。トビコバチ科では種名が判明している 4 種（Table 1, 2）以外にも複数の種を確認しており、19 科それぞれに複数種が存在すると仮定すると、今回捕獲された寄生蜂全体

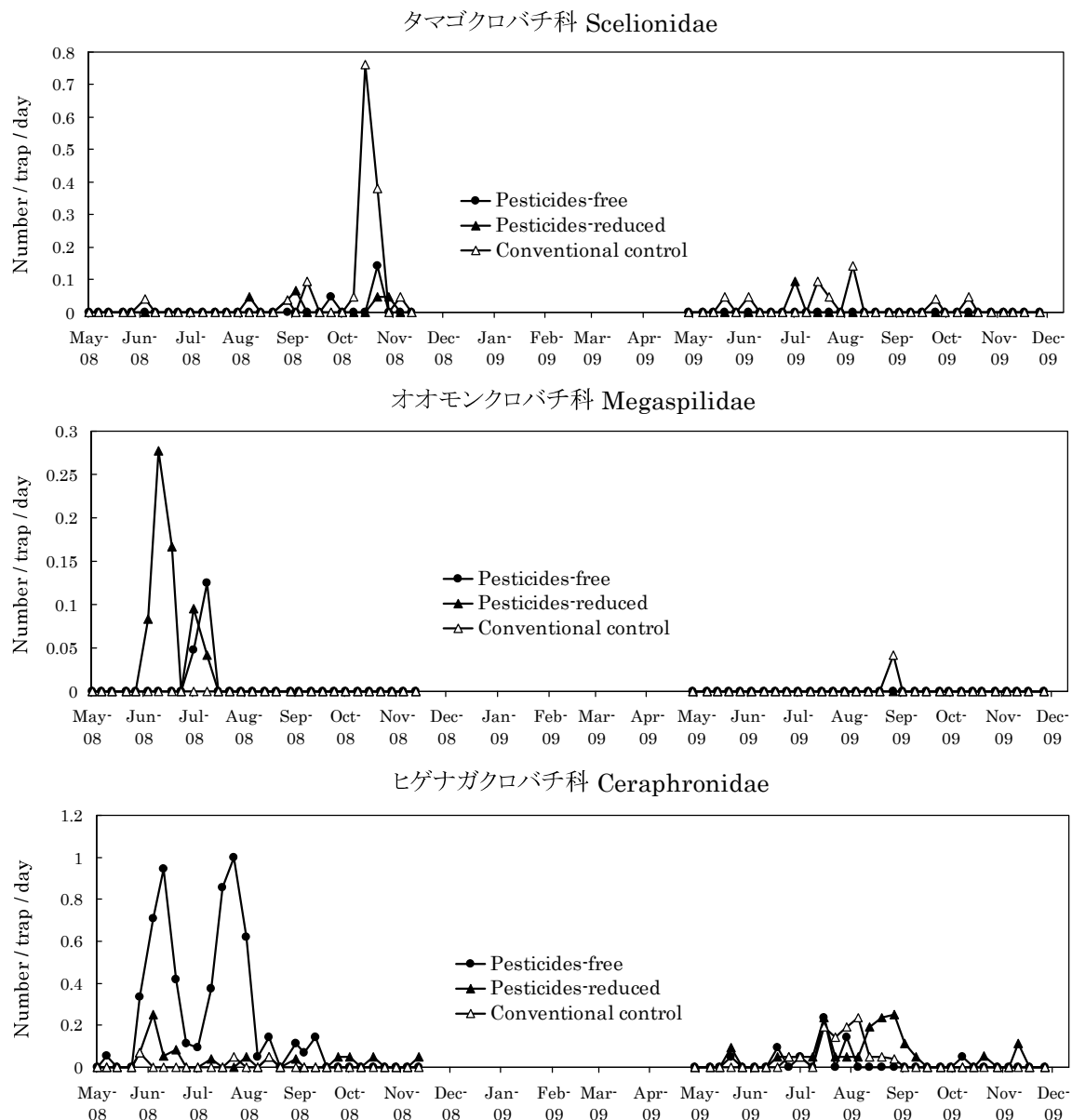


Fig. 10. Seasonal changes of the numbers of the three families of parasitoids captured by yellow sticky traps in tea fields with different managements in tea research center in 2008 and 2009

の総種数は少なくとも 50～100 種程度に達することが示唆された。また、筆者らが並行して行った寄生蜂類以外の土着天敵群集の調査では、クモ類は約 60 種³⁴⁾、ゴミムシ類は 8 種³⁵⁾、テントウムシ類は 8 種、カブリダニ類は 12 種²⁹⁾が確認されているが、種数に関しても寄生蜂類の多様性は高いことが示唆された。したがって、茶園の土着天敵群集全体の中での寄生蜂類の重要性は非常に高く、茶園の害虫を取り巻く農生態系の維持・安定に大きく寄与していることは論を俟たない。ただし、今回確認された寄生蜂の中には、マダラツヤコバチ *Marietta carnesi* (Howard) やキジラミタマバチ科³⁰⁾、ヒゲナガクロバチ科の一部³⁰⁾のように二次

寄生者とされる種も少なくなく、ゴミムシ類など捕食性天敵の寄生者（シリボソクロバチ科³⁰⁾）も含まれているため、種数が多く多様性が高いことが防除上有益であるかどうかについては別途議論すべき点である。いずれにしても、茶園における寄生蜂類の高い多様性は、茶園では農生態系ネットワークの複雑さが維持されていることの証左ということではできよう。

19 科の寄生蜂中で特に個体数の多かった科はトビコバチ科 (Fig.2,3) であり、この理由はクワシロカイガラムシの優占天敵種として知られているチビトビコバチ^{22,23)}の捕獲数が多かった (Table 6,7) ためである。また、このことは、クワシロカイガラムシが様々なチャ害虫の中

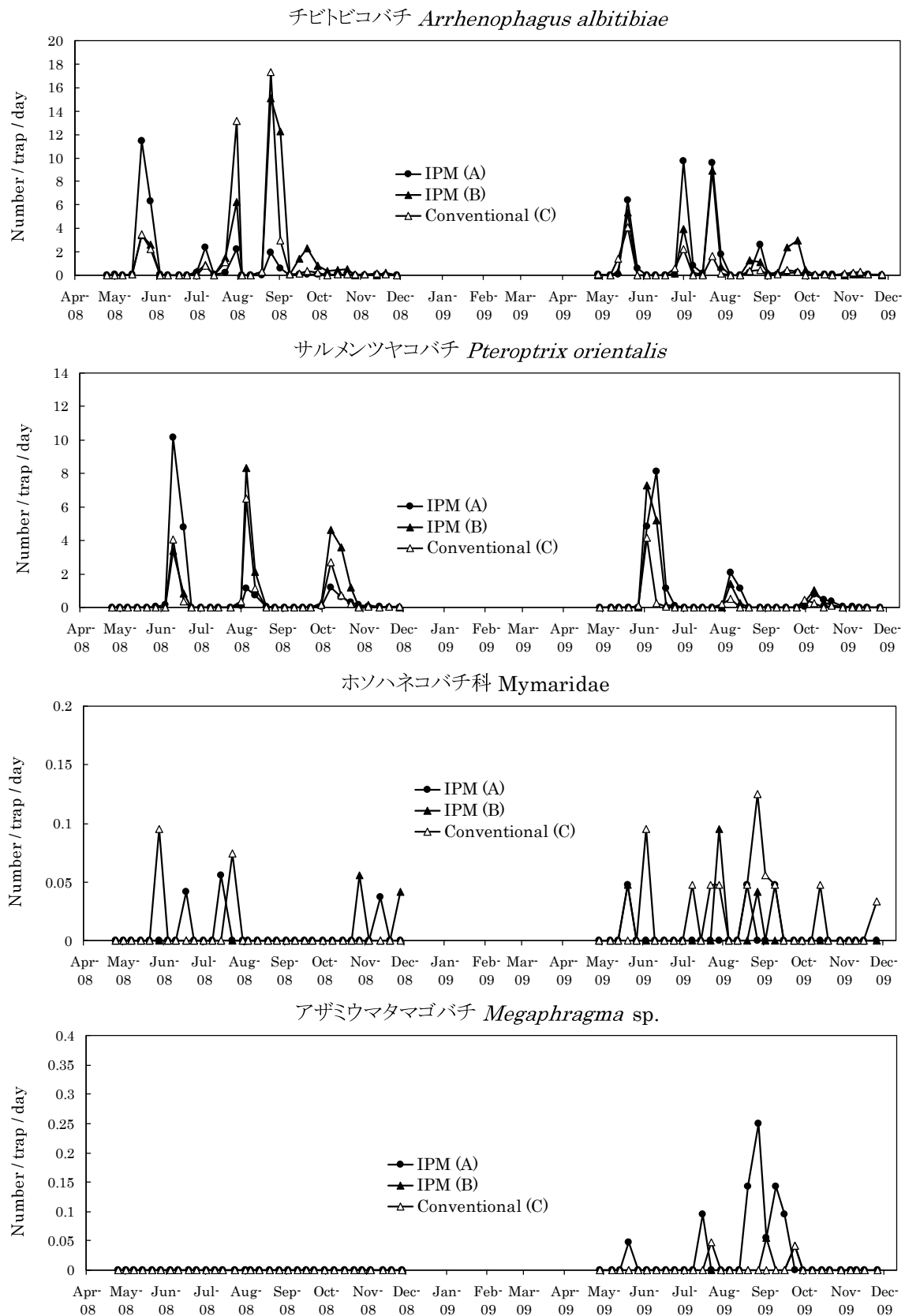


Fig. 11. Seasonal changes of the numbers of *A. albitibiae*, *P. orientalis*, Mymaridae, and *Megaphragma* sp. by yellow sticky traps in commercial tea fields with different managements in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

でも特に個体数の絶対密度が高い害虫種であることを示唆しており、今回のトラップ調査においても、雄のみに

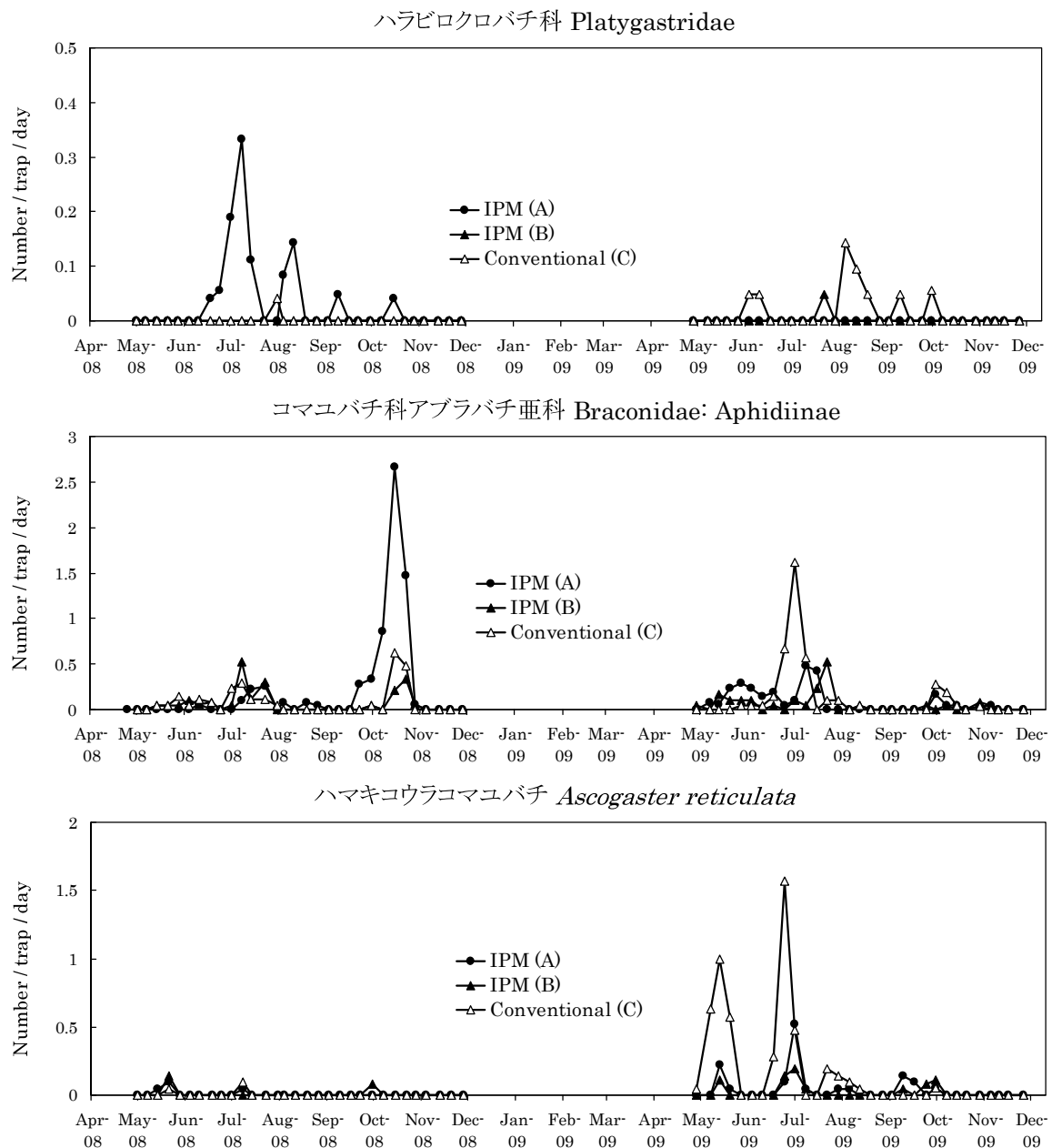


Fig. 12. Seasonal changes of the numbers of *Platygastridae*, *Aphidiinae*, and *A. reticulata* by yellow sticky traps in commercial tea fields with different managements in Nunobiki-bara area in 2008 and 2009

も関わらずチャノミドリヒメヨコバイやチャノキイロアザミウマの捕獲数の数倍～10 倍以上も捕獲されていること (Table 8) からも推察される。トビコバチ科の次に多い科は、センター無農薬区を除くと、現地圃場においてもツヤコバチ科であり、やはりクワシロカイガラムシの天敵であるサルメンツヤコバチの個体数が多くを占めていた。特に布引原地区の現地圃場ではチビトビコバチの捕獲数に近い数が捕獲された圃場 (Table 7, IPM(A)区) も認められ、本種はクワシロカイガラムシの天敵として重要な寄生蜂であることが改めて示された。これらの寄生蜂がクワシロカイガラムシの密度抑制にどの程度寄与し

ているかについては、今回の捕獲データだけでははっきりしないが、チビトビコバチが最も多く捕獲された 2008 年のセンター減農薬区 (計 5180 頭) では、翌年のクワシロカイガラムシ雄成虫数が前年より大きく減少していること (Table 8) などから寄生蜂の活動が寄主密度の制御に有効に機能していること²⁹⁾は明白である。

茶園の寄生蜂相は 2 年間の同一圃場における調査においても、個別の分類群に関しては年次変動がみられ、例えばセンターではチビトビコバチの捕獲数は 2008 年 >2009 年であるが、サルメンツヤコバチでは逆に 2008 年 <2009 年となった (Table 6) 。チャノキイロアザミウマ

を寄主とするアザミウマタマゴバチやアザミウマヒメコバチでも同一圃場で同様の年次変動（前者は 2008<2009 年後者は 2008>2009）が認められた（Table 6）．今回の調査では、クワシロカイガラムシの寄生蜂はチビトビコバチなどが主体であったが、筆者が最近行った同害虫の寄生蜂羽化調査では、同害虫の天敵寄生蜂として知られているキイロクワカイガラヤドリバチ *Aphytis diaspidis* (Howard)^{31,42}やマルカイガラクロフサトビコバチ *Zaomma lambinus* (Walker)の頻度が高まっているケースが認められている（小澤、未発表）．さらに、2010 年に静岡県に侵入した新害虫のチャトゲコナジラミ *Aleurocanthus camelliae* Kanmiya and Kasai に寄生するツヤコバチ科のシルベストリコバチ *Encarsia smithi* (Silvestri)は、現在では静岡県内の茶園で一般的に観察され²⁶、黄色トラップにもよく捕獲される²⁷．そのため、現在、同様の寄生蜂相の調査を行えばシルベストリコバチが新たに優占度の高い（捕獲数の多い）種になっている可能性がある．このように種レベルで見れば、茶園の寄生蜂相は圃場変動とともに年次でも変動していると考えられるが、少なくとも科レベルでその構成をみた場合には、今回実施した防除圧や場所、年次の異なる複数の圃場における結果から、トビコバチ科やツヤコバチ科の優占度が高くなるパターンは静岡県の茶園の寄生蜂相の特徴としては一般的と考えられ、過去の寄生蜂相の調査³⁰でもほぼ同様の傾向であった．ただし、無農薬区では、おそらく慣行防除園ではほとんど発生しない種々のマイナー害虫（例えば、ワタカイガラムシ類など）が発生しており、これらに寄生する寄生蜂類や、キジラミタマバチ科のような二次寄生蜂が比較的多く発生する（Table 6, Fig. 2）ので、その寄生蜂相は、減農薬区を含めた一般管理の茶園とは傾向を異にする可能性は高い．この点は今後、現地の有機栽培茶園と慣行防除茶園との比較などで検証する必要がある．

本来、このような網羅的な種構成を調べる研究では、種別個体数を単位として多様性指数など生物多様性の定量的評価指標を用いる解析を実施するとより有益な情報を得られる可能性がある．しかし、今回捕獲された寄生蜂の中にはタマゴクロバチ科やハラビロクロバチ科など寄主が不明な種も数多く、クモ類やゴミムシ類など他の捕食性天敵群に比べると、捕獲した寄生蜂のほとんどを種レベルまで正確に同定することは、現実的に非常に困難であり³⁰、寄生蜂に関する同様の研究を進める上での大きな課題となっている．

2. 主要寄生蜂類の発生消長

比較的捕獲数の多い種または科については発生消長パターンがある程度判明した．クワシロカイガラムシの寄生蜂（Fig.5, 11）では小澤らの報告^{22,23}と同様に寄主の寄生ステージ時期にピークがはっきりする明瞭な消長パターンを示していた．この傾向は、クワシロカイガラムシが年 3 世代発生する静岡県の茶園（Fig.4）では、ほぼ普遍的と考えられる．ハマキガ類の寄生蜂と考えられる寄生蜂類（Fig.6, 12）では、ハマキガの発生世代に適応して夏季にある程度ピークがはっきりした消長を示したものの、ヒメバチ科では個体数が少ないこともあって、小ピークが分散していた．これは、チョウ目の寄主が異なる複数の種を含んでいることも影響していると思われる．一方、ハマキコウラコマユバチでは現地の 2009 年のみだが、比較的明瞭な 4 つのピークが認められ、主要な寄主であるチャノコカクモンハマキの発生に同調していたと考えられる（Fig.12）．チャノキイロアザミウマの天敵であるアザミウマタマゴバチは、7 月の三番茶芽生育期と 8 月下旬～9 月下旬の秋芽生育期に発生ピークを形成したが、この時期が Fig.4 に示したように一般にチャノキイロアザミウマの増殖時期でもあるので、寄主の発生密度に依存していることが示唆された（Fig.7,11）．また、アザミウマタマゴバチの発生が多かった 2009 年のセンター無農薬区（Fig. 7）では、夏季の寄生蜂の発生以降は寄主の発生量が非常に少ない状態で推移しており（Fig. 4）、本寄生蜂が寄主密度の抑制に大きく寄与することが示唆された．コミカンアブラムシの天敵であるアブラバチ類やアブラコバチ類も寄主の発生に依存しており、5～6 月の初夏と 9 月頃の寄主の増殖時期に同調して発生ピークがみられたと考えられる（Fig.8, 12）．なお、アブラバチ類の二次寄生蜂とされるキジラミタマバチ科³⁰では、初夏と秋のピークの大きさが一次寄生者であるアブラバチ類のそれと入れ替わったことが寄生蜂間の捕食関係を示唆しており興味深い（Fig.8 : 2008 年）．その他、ホソハネコバチ科やノミコバチ科では、年間を通じて 6～8 回の複数の小ピークが認められたが（Fig.9, 11）これは、チャノミドリヒメヨコバイやチャノホソガのように年間発生世代数が多く連続的に発生する害虫を寄主とするためと考えられる．ただし、ホソハネコバチ科の寄生蜂がチャノミドリヒメヨコバイの密度制御にどの程度寄与しているかについては、それぞれの発生消長パターン（Fig.4, Fig.9）を比較しても、寄生蜂の捕獲数が少ないこともあり、はっきりしなかった．一方、タマゴクロバチ科やオオモンクロバチ科、ヒゲナガクロバチ科（Fig.10）、ハラビロクロバチ科（Fig.12）では、6～8 月にピークが見られる場合が多かったが、これらの寄生蜂は

形態の違う複数種を同科に包括しており、また寄主はほとんど不明で二次寄生者も含まれていると思われるので、ピーク時期を決定する理由については不明である。今後、茶園におけるこれらの科に属する寄生蜂の生態の解明が待たれる。

3. 防除圧が寄生蜂相に及ぼす影響と指標生物候補

センターでは無農薬区、減農薬区、殺虫剤を年間 9 または 11 剤散布の慣行防除区まで、防除圧を 3 段階に変えた茶園で各寄生蜂の捕獲数を比較した結果、チビトビコバチなど 12 の種または科において区間で有意差が認められた (Table 6) 。しかし、必ずしも無農薬>減農薬>慣行という順で捕獲数が多かったわけではなく、アザミウマヒメコバチのように有意差は無いものの、慣行防除区の捕獲数が最も多い場合もみられた (Table 6) 。2008 年の 10 月に大きなピークが認められたアザミウマヒメコバチ (Fig. 7) については、同年 8 月下旬~9 月の慣行防除区と減農薬区におけるチャノキイロアザミウマ (主な寄主と考えられる) の発生数が無農薬区よりも多く (Fig. 4) , 農薬の影響も小さかったと考えられること (Table 1,2) から、寄生蜂の発生数は寄主密度に依存していた可能性がある。チビトビコバチに関しても、無農薬区では 2 年間とも他の区より少なく、慣行防除区の 2009 年は前年より激減している。慣行防除区では 2009 年にピリプロキシフェン剤を散布したため寄主であるクワシロカイガラムシが激減した影響が考えられ、無農薬区に関しては試験開始時からクワシロカイガラムシの発生は少なかった。こうした寄主密度の影響が、捕獲数の違いに大きく影響していたと考えられる。したがって、寄生蜂の発生量に対する防除圧の影響を厳密に評価するためには、別に寄主の発生密度や寄生蜂の寄生率などの指標を調べて比較する必要がある。

散布薬剤に着目すると、茶園の寄生蜂類に対する殺虫剤活性の強い非選択性殺虫剤の代表ともいえる合成ピレスロイド剤^{1,3,12,21)}は慣行防除区においても散布されず、ジアミド系などの選択性殺虫剤が主体で、やや天敵に影響が強い有機リン剤やネオニコチノイド系剤は年間 1~2 回程度散布されたに過ぎなかった (Table 1,2) 。この傾向は現地圃場においても同様で (Table 3,4,5) , 現地では一番茶芽へのピリミホスメチル剤を除くと有機リン剤は IPM(B) 区で 2008 年にアセフェート剤が 1 回、慣行防除区 (C) で各年 1 回ずつアセフェート剤が散布されたのみで、やはり合成ピレスロイド剤は散布されていない。現地では IPM 区は元より、慣行防除区においてもジアシルヒド

ジン系 IGR 剤やジアミド系、マクロライド系などの選択性殺虫剤を中心に散布されたおり、IPM 区の年間殺虫剤散布回数は慣行防除区より各年 1 または 2 回少ないが、殺虫剤散布の寄生蜂類への影響は区間での差は大きくなかったと推察される。このことから、今回調査した各圃場における防除圧の差は寄生蜂相に大きなダメージを与え、防除圧に起因する区間差を生むほどの影響を与えていないことが示唆された。実際、静岡県内の JA が作成した防除暦の過去 20 年間の変遷をみると、10 年程前から選択性殺虫剤がそのほとんどを占めるようになり、暦に採用されている殺虫剤の天敵類への影響が過去に比べて大幅に低減していることが分かっている^{15,20)}。その意味では、防除圧(殺虫剤散布回数)=環境負荷と仮定して環境保全型防除の実践程度を定量的に評価するための指標生物候補を今回の調査結果のみから選定することは、やや無理があると考えられた。しかしながら、センター無農薬区を除く今回の調査圃場全てが、影響の強い殺虫剤の散布を極力控えて土着天敵の保護がなされていると仮定した上で、あえて指標生物を選ぶとすれば、IPM 体系の導入で活動が活発化することが現地実証されており¹³⁾、静岡県内の茶園でみられる普通種でかつ形態的にも種の識別が容易と思われるチビトビコバチ、サルメンツヤコバチおよびナナセツトビコバチ、減農薬区や無農薬区でやや捕獲数の多く (Table 6, 有意差はなし) 、石島の報告⁴⁾でも黄色トラップでモニタリングが可能なことが判明しているキロタマゴバチ、そしてセンター、現地ともに慣行防除区では明らかに他区より捕獲数が少なく、その体サイズが小さいことから殺虫剤の影響を受けやすいと推定されるアザミウマタマゴバチが指標候補としてあげられよう。

今回の調査目的は、茶園の寄生蜂相を網羅的に調べ、主要種の発生消長などの特徴を明らかにして、環境保全型農業の指標生物候補を選抜するための基礎資料を得ることにある。今後、指標生物の選定についてさらに検討するとともに、現地圃場における検証を行う必要がある。

V 摘 要

茶園における環境保全型農業の実践程度を評価するための指標生物候補を寄生蜂類の中から選抜するために、防除圧が異なる研究センター内の茶園 3 圃場と現地の 3 圃場における寄生蜂相 (ハチ目) とそれらの発生消長を、樹冠内に設置した黄色粘着トラップを用いて 2008 年と 2009 年の 2 年間調査した。研究センター圃場では 2 年間

で合計 12182 頭、現地圃場では 6953 頭の寄生蜂をトラップで捕獲し、これらはすべて最低限、科のレベルまで個体識別した。研究センターの無農薬区では捕獲数の多い順にトビコバチ科、タマゴコバチ科、ヒゲナカガクロバチ科、ツヤコバチ科など 18 科（2008 年）または 16 科（2009 年）が、減農薬区では同様に、トビコバチ科、ツヤコバチ科、タマゴコバチ科、コマユバチ科など 18 または 16 科が、慣行防除区では、トビコバチ科、ツヤコバチ科、コマユバチ科、ホソハネコバチ科など 15 または 18 科が捕獲され、全体としては 19 科が認められた。現地圃場では、IPM 区では 10 または 11 科が、慣行防除区では 11 または 15 科が捕獲され、全体としては 18 科が認められた。寄生蜂の科の構成比率は、研究センター内、現地圃場ともに処理区間で有意差が認められた。捕獲数の多い分類群は、クワシロカイガラムシの捕食寄生者であるチビトビコバチやサルメンツヤコバチや、コミカンアブラムシの捕食寄生者であるアブラコバチ類やアブラバチ類などで、研究センターではアザミウマタマゴバチの捕獲数も多かった。寄生蜂の発生ピークは、寄主である害虫の発生世代に同調していることが多く、世代が不明瞭な害虫種の場合は、その主な増殖時期に寄生蜂の発生ピークが認められた。各寄生蜂の発生数に及ぼす防除圧の影響はあまり明確ではなかったが、アザミウマタマゴバチなど一部の寄生蜂では防除圧の影響があったと考えられ、チビトビコバチ、サルメンツヤコバチ、ナナセツトビコバチ、アザミウマタマゴバチ、キイロタマゴバチを指標生物の候補種とした。

謝 辞

本稿をまとめる当たり、寄生蜂の同定に有益なご助言をいただいた名城大学の山岸健三教授、トラップ調査にご協力いただいた静岡県植物防疫協会の故・鬼窪多津子氏および農林大学校茶業分校の学生、調査圃場を提供していただいた布引原地区の園主の諸氏に厚くお礼申し上げます。なお、本研究は農林水産省委託プロジェクト研究「農業に有用な生物多様性の指標の開発（2008～2011 年）」の助成により実施した。

引 用 文 献

- 1) 石島 力・藤田夏姫・佐藤安志・大泰司誠 (2010) : チャのハマキガ類の卵寄生蜂キイロタマゴバチ成虫に対する各種農薬の影響。茶研報 No.110, 59～64.
- 2) 石島 力・佐藤安志・大泰司 誠 (2009) : 静岡県の無農薬栽培茶園におけるハマキガ類とその天敵寄生蜂類の発生状況。茶研報 No.108, 7～18.
- 3) 石島 力・佐藤安志・大泰司誠 (2015) : チャのハマキガ類の卵寄生蜂キイロタマゴバチの蛹に対する各種農薬の影響。茶研報 No.119, 29～31.
- 4) 石島 力・豊島真吾・佐藤安志 (2015) : タマゴコバチ類 *Trichogramma* spp. の発生調査における黄色粘着トラップの有効性。茶研報 No.120, 47～52.
- 5) Kawai A. (2001): Effects of chemicals on the population of *Amblyseius womersleyi* SCHICHA (Acari: Phytoseiidae) and *Tetranychus kanzawai* KISHIDA (Acari: Tetranychidae) when the tops and the inside of tea bushes were sprayed. 茶研報 92, 9～15.
- 6) 桐谷圭治 (2004) : 「ただの虫」を無視しない農業。築地書館, 東京, 192pp.
- 7) 深谷昌次・桐谷圭治 (1973) : 総合防除。講談社, 東京, 415pp.
- 8) 南川仁博・刑部 勝 (1979) : 茶樹の害虫, 日本植物防疫協会, 東京, 322pp.
- 9) 日本応用動物昆虫学会 (2006) : 農林有害動物・昆虫名鑑増補改定版。日本応用動物昆虫学会, 東京, 195～196.
- 10) 小島一郎・古谷眞二・荒川 良 (2010) : チャ樹におけるチャノミドリヒメヨコバイ卵寄生蜂の存在の確認とその発生状況。高知農技セ研報 19, 37～44.
- 11) 大泰司誠・堀川知廣 (1985) : チャノコカクモンハマキとチャハマキの(Z)-11-tetradecenyl acetate による同時交信攪乱。茶研報 No.62, 55～57.
- 12) 小澤朗人 (2004) : クワシロカイガラムシの寄生蜂チビトビコバチに対する各種農薬の影響。関東東海北陸農業研究成果情報・平成 15 年度 II, 174～175.
- 13) Ozawa A. (2007) : Conservation biological control of the mulberry scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni), by IPM with communication disruption using sex pheromone to tea tortrixes. Proceedings of The 3rd International Conference on O-CHA(Tea) Culture and Science (ICOS2007). (<http://www.o-cha.net/english/conference2/pdf/2007/files/PROC/Pr-P-407.pdf>)
- 14) 小澤朗人 (2008) : チャの環境保全型防除。関西病虫研報 50, 65～69.
- 15) 小澤朗人 (2008) : 茶における生物的防除の実践。バイオコントロール 12(1), 4～8.
- 16) 小澤朗人 (2010) : チャ寄生クワシロカイガラムシの薬剤感受性。応動昆 54, 205～207.

- 17) 小澤朗人 (2011) : 交信攪乱剤設置茶園におけるハマキガ類の幼虫寄生蜂の寄生状況. 関東病虫研報 58, 91~93.
- 18) 小澤朗人 (2011) : チャノホソガ蛹から羽化した寄生蜂の種構成. 関西病虫研報 53, 105~106.
- 19) 小澤朗人 (2011) : 茶園のハマキガ類に対するトートリルア剤 (ハマキコン-N) の実用性評価. 静岡農林研報 4, 23~35.
- 20) 小澤朗人 (2013) : 特別栽培茶等減農薬栽培における病害虫防除の課題. シンポジウム—環境保全型農業と病害虫防除を考える—, 日本植物防疫協会. 講要, 33~43.
- 21) 小澤朗人 (2013) : 茶園の土着天敵類に対する各種殺虫剤散布の影響. 静岡農林研報 6, 19~24.
- 22) 小澤朗人・久保田 栄・金子修治・石上 茂 (2008) : 静岡県の茶園におけるクワシロカイガラムシの土着天敵類の発生実態 第1報 天敵の種類および寄生性天敵の種構成. 茶研報 No.105, 13~25.
- 23) 小澤朗人・久保田 栄・金子修治・石上 茂 (2008) : 静岡県の茶園におけるクワシロカイガラムシの土着天敵類の発生実態 第2報 天敵類の発生消長と寄主—寄生者間の相互作用. 茶研報 No.106, 39~52.
- 24) 小澤朗人・内山 徹 (2009) : 乾式フェロモントラップ (SE トラップ) に捕獲された茶園の寄生蜂類の生物多様性. 茶研報 No.108(別), 28~29.
- 25) 小澤朗人・内山 徹 (2015) : 茶園に生息するテントウムシ類の種構成と発生消長. 関東病虫研報 62, 149~152.
- 26) 小澤朗人・内山 徹・小杉由紀夫・芳賀 一 (2015) : 静岡県の茶園におけるチャトゲコナジラミの天敵寄生蜂シルベストリコバチの分布実態. 茶研報 No.119, 1~6.
- 27) 小澤朗人・内山 徹・小杉由紀夫・芳賀 一 (2016) : 静岡県の茶産地におけるチャトゲコナジラミと天敵寄生蜂シルベストリコバチの発生消長. 静岡農林研報 9, 25~33.
- 28) Ozawa A., T. Uchiyama and S. Toyoshima (2010): Studies on the predatory mite fauna (Acari: Phytoseiidae) on tea trees in Shizuoka prefecture, Japan. Proceedings of The 4th International Conference on O-CHA(tea) Culture and Science (ICOS2010) (<http://www.o-cha.net/english/conference2/pdf/2010/files/PROC/pr-p-50.pdf>)
- 29) 新訂・原色昆虫大図鑑・第三巻 (2008) : 北隆館, 東京, 654pp.
- 30) 高田 肇・巽えり子 (2002) : アブラムシの一次および二次捕食寄生バチ. 植物防疫 56(10), 415~420.
- 31) 高木一夫 (1974) : 茶園の寄生蜂のモニタリング. 茶試研報 No.10, 91-131.
- 32) 武田光能・佐藤安志 (2004) : 茶害虫の IPM 防除. バイオコントロール 8(1), 3~7.
- 33) 天敵大事典—生態と利用 上巻・下巻 (2004) : 農山漁村文化協会, 東京, 838pp.
- 34) 内山徹・吉崎真紀・小澤朗人 (2011) : 薬剤防除圧の異なる茶園におけるクモ類の種構成. 静岡農林研報 4, 37~44.
- 35) 内山徹・吉崎真紀・小澤朗人 (2011) : 薬剤防除圧の異なる茶園におけるゴミムシ類の種構成. 静岡農林研報 5, 1~5.
- 36) 内山 徹・小澤朗人・劉 主 (2013) : 静岡県のチャ園に生息するチャノコカクモンハマキの薬剤感受性とジアシルヒドラジン系 IGR 剤に対する薬剤抵抗性. 応動昆 57, 85~93.
- 37) 渡辺恭平 (2014) : 「あきつ賞」受賞サイト (16) ウェブサイト「Information station of parasitoid wasps」の紹介. 昆虫ニューシリーズ 17(3): 121-124.
- 38) 山岸健三 (2004) : 農耕地におけるタマゴクロバチ科 (ハチ目) の属構成. Jpn. J. Ent.(N. S.)7(2), 39~54.
- 39) 山岸健三 (2006) : 寄生蜂の解説 <http://www.agr.meijo-u.ac.jp/labs/mn006/entomol/parasitic-wasp.pdf>
- 40) 柳井久江 (2011) : 4Steps エクセル統計. オーエムエス出版, 東京, 294pp.
- 41) 矢野栄二 (2003) : 天敵—生態と利用技術—. 養賢堂, 東京, pp216~253.
- 42) 安田莊平 (1981) : 桑園におけるクワシロカイガラムシの天敵昆虫の種類と発生消長. 応動昆, 25 (4) , 236~243.