

ハウス栽培コマツナにおけるアブラムシの生物的防除の可能性

I. アブラムシとその天敵昆虫の発消長 ならびに天敵昆虫放飼による防除効果

巽 えり子¹⁾・新井 絵美¹⁾・長坂 幸吉²⁾・高田 肇¹⁾

Possibility of biological control of aphids on greenhouse Komatsuna *Brassica rapa* nothovar.

I. Seasonal prevalence of the aphids and their natural enemies, and effects on the aphid populations of some released insect natural enemies

ERIKO TATSUMI¹⁾, EMI ARAI¹⁾, KOUKICHI NAGASAKA²⁾ and HAJIMU TAKADA¹⁾

要 旨：中山間農業地域では減農薬で特徴づけた野菜生産に力を入れつつある。しかし、実際には無農薬栽培コマツナ圃場では、ネット被覆をしても、アブラムシ、特にニセダイコンアブラムシの加害が問題となることから、生物的防除の可能性を検討した。2002年の春季と秋季に、京都府美山町（山間農業地域）のコマツナハウスにおいてアブラムシとその天敵昆虫の発消長ならびに天敵昆虫放飼によるアブラムシの防除効果を調査した。その結果、コマツナのアブラムシに対してダイコンアブラバチが最も重要な天敵であること、コマツナの収穫やアブラムシ多発生株の除去はアブラムシ密度を抑制する効果があることがわかった。コマツナ加害アブラムシの生物的防除は、アブラムシ許容密度水準を「下葉をちぎり取れば除去できるか、水で完全に洗い流せる程度」と設定するならば、多発生株をハウスから除去し、ダイコンアブラバチを適宜放飼することによって可能であると考えた。

(2003年9月9日受理)

キーワード：コマツナ, 有機栽培, 温室, アブラムシ, 天敵, ダイコンアブラバチ, 生物的防除

緒 言

近年、環境負荷の軽減や安全な野菜の生産が求められるようになり、大きな産地を形成しにくい中山間農業地域では、減農薬で特徴付けた野菜生産に力を入れるようになってきている（尾島ら, 2003）。しかし中山間地域では、多様な害虫が発生するため、生産の不安定化や品質の低下が問題になっている。長坂ら（2003）によると、京都府北桑田郡美山町（山間農業地域）におけるコマツナ *Brassica rapa* nothovar. の無農薬栽培ハウスでは、アブラムシ類、特にニセダイコンアブラムシ *Lipaphis*

erysimi (Kaltenbach)（以下ニセダイコンと略記）、鱗翅目および甲虫目害虫が多く発生する。長坂ら（2003）はまた、プランターおよび露地栽培のコマツナに、0.6mm目合いの防虫ネットを被覆してその防除効果を調査し、アザミウマ類、ハダニ類以外の大部分の害虫の侵入は阻止できたが、ニセダイコン、ヨトウガ幼虫およびコナガ幼虫の侵入は完全に阻止できなかったと報告した。特に露地栽培では、ネット内に侵入したニセダイコンが天敵不在のために急激に増加し、かえって被害が大きくなったという（長坂ら, 2003）。そこで著者らは、無農薬栽培コマツナを加害するアブラムシの生物的防除法を検討

1) 京都府立大学大学院農学研究科応用昆虫学研究室

Laboratory of Applied Entomology, Graduate School of Agriculture, Kyoto Prefectural University

2) 近畿中国四国農業研究センター総合研究第4チーム

Research Project Team 4, Department of Integrated Research for Agriculture, National Agricultural Research Center for Western Region

することにした。

現在、アブラムシの生物的防除はキュウリ、ナスなどの果菜類で実施されているが、コマツナのような葉菜類では例がない。葉菜類ではアブラムシの加害部位が収穫対象物であることから、果菜類より許容密度水準を低く設定しなければならず、生物的防除は容易ではない。また、同じ株から長期にわたって収穫物を得る果菜類とは異なり、コマツナは短い周期で播種、収穫を繰り返して栽培される。そこで本研究では、このような栽培環境や栽培体系に注目しながら、美山町の無農薬栽培コマツナハウスにおけるアブラムシとその天敵昆虫について調査し、コマツナ加害アブラムシの生物的防除の可能性を検討した。なお、本研究で最も有効性が高いと評価したダイコンアブラバチの効率的な増殖法およびマミー放飼法についての検討結果は、後続論文で報告する。

アブラナ科野菜を加害するアブラムシは、主に、ニセダイコン、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* (Sulzer) (以下モモアカと略記)、ダイコンアブラムシ *Brevicoryne brassicae* (L.) である (高田, 1976)。これらのアブラムシは、本州中部から九州にかけての地域では、春秋季二山型の発生パターンを示す (高田, 1976)。そこで本研究では、コマツナの周年栽培無農薬ハウスにおいて、春季と秋季にそれぞれ約2か月間、アブラムシとその天敵類の発生量ならびに種構成を調査した。また同時に、次の5種天敵昆虫：ダイコンアブラバチ、チャバラアブラコバチ、キアシアブラコバチ、コチャバネヒメカゲロウ *Micromus angulatus* (Stephens)、ホソバヒメカゲロウ *M. linearis* (Hagen)、を放飼し、それらの有効性を検討した。これらはいずれもわが国においてオープンフィールドに生息する普通種である。ダイコンアブラバチは、アブラナ科野菜を加害する3種アブラムシの有力な捕食寄生バチである (高田, 1976)。チャバラアブラコバチとキアシアブラコバチは、わが国ではモモアカに (Takada, 2002)、インドではニセダイコン、ダイコンアブラムシにも寄生する (Hayat, 1998)。2種ヒメカゲロウはモモアカなど多種アブラムシを捕食する (佐藤貴彦, 未発表データ)。これらの調査結果から、有効性の高い生物的防除素材を選定し、それを生かす諸条件について考察する。

調査方法

1. 調査ハウス

調査は、美山町又林における農業生産者の無農薬栽培コマツナハウスにおいて、2002年の春季 (4月26日～6月21日) と秋季 (9月27日～11月15日) に1週間間隔でおこなった。隣接する8棟のハウスのうち、春季には約2aの2棟のハウス (以下、Aハウス、Bハウス) で、秋季には約1aの2棟のハウス (以下、Cハウス、Dハウス) で調査した。AハウスとCハウスを天敵昆虫放飼

ハウス、BハウスとDハウスを無放飼ハウスとした (図1)。調査ハウスはいずれも8年間無農薬有機栽培を実施した農地であった。Bハウスは5畝、他の3棟のハウスは4畝あり (図1)、コマツナ (品種‘楽天’) は1畝当たりAハウスでは約5,000株、Bハウスでは約4,000株、Cハウスでは約3,000株、Dハウスでは約2,000株栽植された。いずれのハウスでも、コマツナは畝ごとに数日から十数日ずらして播種する方法で栽培されていたため、生育段階は畝ごとに異なった。コマツナは、本葉7～8枚の生育段階に達すると順次収穫された。一時期を除き、播種から2～3週間、キスジノミハムシ防除のために長繊維不織布 (‘パオパオ90’) が直掛けされた。ハウスの側面は開閉可能であり、その内側には1mm目合いの網が張られていた。前後面には開閉可能な天窓があり、そこには網は張られていなかった。側面と天窓は適宜開閉された。

春季・秋季ともに、各ハウスの畝部分を均等に40区画に分けて調査した (図1)。ただし、畝ごとにコマツナの生育段階が異なるため、コマツナ本葉が4枚以上展開している区画を調査対象とした。9月27日のBハウスには、調査対象となるコマツナが存在しなかったため、調査しなかった。また、秋季には、アブラムシ多発生株 (株当たり約500匹以上) が発見されれば、抜き取ってハウス外へもち出すことにした。春季・秋季ともに、25×10cmの黄色粘着板トラップ (‘ホリバー’, Koppert社製) を各ハウス2か所に設置し (図1)、1週間ごとに新しいものと交換した。

AハウスおよびCハウスの地上約10cmのところに温度計 (‘おんどとり’, ティアンドデイ社製) を設置し (図1)、ハウスの内部および外部の温度を30分間隔で測

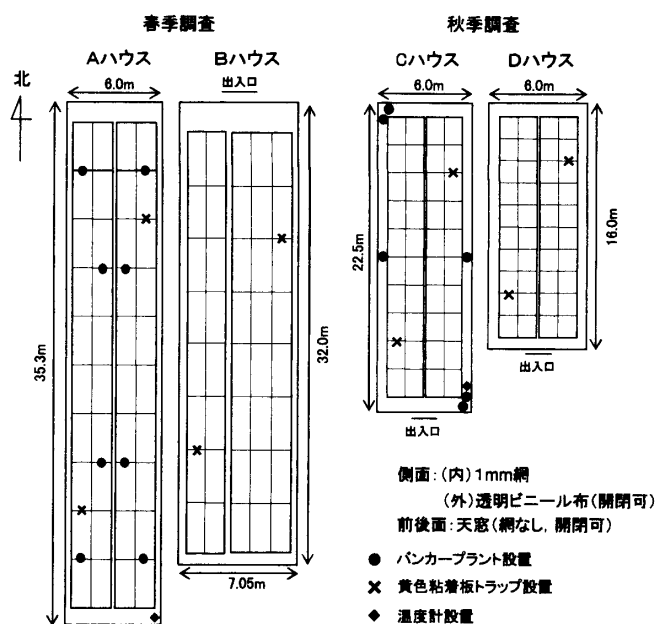


図1 調査ハウス概略。

定、記録した。ハウス内の気温は、春季調査期間中は週平均16.6~24.5℃、週最高35.8~42.4℃、週最低3.5~13.9℃、秋季調査期間中は週平均10.1~19.9℃、週最高27.6~37.2℃、週最低0.4~14.9℃であった。ハウス外での平均気温は、春季・秋季ともにハウス内より約1℃低かった。

2. 天敵昆虫の放飼

1) ダイコンアブラバチ

ダイコンアブラバチは、マミーの散布とバンカープラント（天敵および代替寄主が増殖している植物）の設置により、AハウスおよびCハウスに放飼した。放飼マミー数およびバンカープラント鉢数は、表1および表2に示した。ダイコンアブラバチ寄生によるマミーは実験室内で生産し、春季にはポリスチレン製管瓶（径2.5cm、長さ7.5cm、以下“横浜管瓶”）に、秋季には大きさ、材質の異なる4種類の容器に入れ、それぞれアブラムシの発生量が多い区画の株間およびハウス内の特定場所（図1）に蓋を開けた状態で放置した。1瓶当たりのマミー数は、春季には約50、秋季には50、100あるいは200とした。マミーからの羽化成虫の雌比率は50~60%であった。週当たりの羽化脱出率は、春季には平均79%（51~98%）、秋季には平均86%（14~98%）であった。また、バンカープラントは、代替寄主をトウモロコシアブラムシ *Rhopalosiphum maidis* (Fitch)、寄主植物を春季にはオオムギ *Hordeum vulgare* 幼苗、秋季にはオオムギ、ハトムギ *Coix lacryma-jobi* var. *frumentacea* およびト

ウモロコシ *Zea mays* の幼苗とし、春季にはビニールポット（径120mm×高さ85mm）に、秋季には素焼きの植木鉢（径300mm×高さ250mm）に植えてハウス内に設置した（図1）。秋季には、水を入れた500mlペットボトルに自動給水ノズル（“灌太”，日本電子技術（株）製）を取り付け、ノズル部分を植木鉢の上に挿し込むことで給水した。バンカープラントは植物の状態やアブラムシ、マミーの発生量により、適宜入れ替えた。バンカープラントは、設置した日とその後の調査日に植物の状態を観察し、アブラムシ数、マミー数を計数した。秋季には、調査終了時に実験室内にバンカープラントをもち帰り、葉鞘内側のアブラムシ数とマミー数を計数した。6月14日には、植物の乾燥を防ぐため、ポットの上に日よけ（紙製）を、ポットの下に水を含ませたスポンジを設置し、10月25日には、鱗翅目害虫、アブラムシの捕食性天敵およびクモなどの広食性捕食者の侵入を防ぐために、1mm目合いのナイロンネットの袋をバンカープラントにかぶせた。秋季のマミー放飼については、後続論文で詳述する。

2) 2種アブラコバチ

チャバラアブラコバチおよびキアシアブラコバチは、成虫の散布およびバンカープラントの設置により、Aハウスに放飼した。放飼成虫数およびバンカープラント鉢数は、表1に示した。2種アブラコバチ成虫は実験室内で生産して“横浜管瓶”に入れ、それをアブラムシの発生量が多い区画の株間に、蓋を開けた状態で放置した。1瓶当たりの成虫数は約50、雌比率は約50%であった。バンカープラントは、代替寄主アブラムシをエンドウヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon pisum* (Harris)、寄主植物をソラマメ *Vicia faba* 幼苗とし、ビニールポット（径120mm×高さ85mm）に植えてハウス内に設置した（図1）。バンカープラントは植物の状態やアブラムシ、マミーの発生量により、適宜入れ替えた。

3) 2種ヒメカゲロウ

コチャバネヒメカゲロウおよびホソバヒメカゲロウの卵を、Aハウスに放飼した。実験室内のケージに雌成虫を放飼して脱脂綿に産卵させ、その脱脂綿をアブラムシの発生が多い区画の株間に放置した。放飼卵数は表1に示した。

表1 Aハウスにおける天敵昆虫放飼（春季）

放飼日	バンカープラント鉢数			放飼虫数				
	Dr (Rm/Hv)	As (Ap/Vf)	Al	Dr (マミー)	As (成虫)	Al	Ma (卵)	Ml
4月26日	2	2	0	300	300	0	80	433
5月3日	2	2	2	0	0	0	0	0
10日	2	2	2	0	0	0	131	393
18日	2	2	2	700	0	0	0	0
24日	2	2	0	0	0	0	0	0
6月1日	2	2	2	100	200	200	309	708
7日	2	2	0	100	100	850	200	200
14日	2	2	2	50	50	50	830	1020

Dr:ダイコンアブラバチ, As:チャバラアブラコバチ, Al:キアシアブラコバチ, Ma:コチャバネヒメカゲロウ, Ml:ホソバヒメカゲロウ, Rm:トウモロコシアブラムシ, Ap:エンドウヒゲナガアブラムシ, Hv:オオムギ, Vf:ソラマメ

表2 Cハウスにおけるダイコンアブラバチの放飼（秋季）

放飼日	バンカープラント鉢数			放飼虫数 (マミー)
	(Rm/Hv)	(Rm/Cl)	(Rm/Zm)	
9月27日	2	2	0	1,200
10月4日	0	1	0	1,600
10月11日	0	0	0	1,400
10月18日	0	2	0	1,200
10月25日	0	0	0	900
11月1日	0	0	0	1,000
11月8日	3	3	8	1,000

Rm:トウモロコシアブラムシ, Hv:オオムギ, Cl:ハトムギ, Zm:トウモロコシ

3. アブラムシの発生量調査

1) 発生量調査

全調査対象区画について、区画内の3株をランダムに選び、アブラムシの発生量を種ごとに調査した。発生量は次式で求められる発生量指数によって表した。

$$\text{発生量指数} = \frac{\sum a \cdot b}{N}$$

ここで、aは調査株における葉当たり最大アブラムシ数nを示し、n=0のとき0、0 < n ≤ 10のとき1、

10 < n ≤ 100のとき 2, 100 < n ≤ 500のとき 3, 500 < nのとき 4とした。bは被寄生葉率 r = [(被寄生葉数 / 全葉数) × 100]を示し, r = 0%のとき 0, 0 < r ≤ 20のとき 1, 20 < r ≤ 80のとき 2, 80 < nのとき 3とした。Nは調査区画数である。

2) トラップ調査

黄色粘着板トラップにより捕獲された有翅アブラムシを、粘着板に付着したまま計数した。

4. 捕食寄生バチの発生量調査

1) 寄生率調査

アブラムシ（無翅胎生雌の老齢幼虫または成虫）を、種別に各調査対象区画からできるだけ均等にサンプリングした。サンプル数はアブラムシの発生量に応じて適宜決めた。サンプリングしたアブラムシはコマツナの薄片とともにスチロール棒瓶（内径 80mm × 高さ 140mm）に入れ、18℃, 15L-9 Dの恒温室で3~4日間飼育した。その間にマミー化した個体はその形状からアブラバチによるものとアブラコバチによるものに類別、計数した。生存アブラムシはすべてリンガー液中で解剖し、ハチ幼虫の有無により寄生-非寄生を、幼虫が発見された場合には形態的にアブラバチ-アブラコバチを類別した。寄生率は、アブラバチ、アブラコバチそれぞれについて、次式によって求めた。

$$\text{寄生率 (\%)} = \frac{(\text{マミー化個体数} + \text{被寄生個体数})}{\text{採集個体数}} \times 100$$

2) マミーのサンプリング調査

コマツナに付着するアブラムシマミーを、アブラムシの種別に各調査対象区画からできるだけ均等にサンプリングした。サンプル数は発生量に応じて適宜決めた。ただし、同じ株からサンプリングするマミーは5個を上限とした。サンプリングしたマミーはその形状からアブラバチによるものとアブラコバチによるものに類別し、グループ別に“横浜管瓶”に入れて実験室内に放置した。羽化した捕食寄生バチは同定し、種別に計数した。

3) トラップ調査

黄色粘着板トラップにより捕獲されたアブラムシの一次および二次捕食寄生バチはすべてキシレンを含ませた筆ではがし、同定、計数した。

4) 捕食寄生バチの分類表

本研究で得られた一次および二次捕食寄生バチの分類表を表3に示した。

5. 捕食性天敵の発生量

アブラムシの発生が認められた調査区画において、アブラムシ発生量調査株およびその周辺の数株で見られた捕食性天敵の幼虫および成虫を種類別に記録、計数した。株当たりの発生量は次式によって求めた。ただし、ヒラ

表3 調査期間中に採集された捕食寄生バチの分類表

分類科と種名	春季		秋季	
	黄色粘着板による捕獲	マミーから羽化	黄色粘着板による捕獲	マミーから羽化
一次捕食寄生バチ				
コマユバチ科, アブラバチ亜科 Braconidae, Aphidiinae				
<i>Diaeretiella rapae</i> (M' Intosh) ダイコンアブラバチ	*	*	*	*
<i>Aphidius gifuensis</i> Ashmead ギフアブラバチ	*	*	*	*
<i>A. uzbekistanicus</i> Luzhetskii	*		*	
<i>Lysiphlebus japonicus</i> Ashmead ニホンアブラバチ	*		*	
<i>Ephedrus nacheri</i> Quilis		*		
<i>Lipolexis gracilis</i> Förster	*		*	
<i>Binodoxys</i> sp.	*			
ツヤコバチ科 Aphelinidae				
<i>Aphelinus asychis</i> Walker チャバラアブラコバチ		*	*	*
<i>A. albipodus</i> Hayat and Fatima キアシアブラコバチ	*	*	*	*
<i>A. gossypii</i> Timberlake ワタアブラコバチ	*		*	*
<i>A. varipes</i> Förster			*	*
二次捕食寄生バチ				
ヒメタマバチ科 Charipidae				
<i>Alloxysta</i> sp. b		*	*	*
<i>Alloxysta</i> sp. c		*	*	*
<i>Phaenoglyphis villosa</i> (Hartig)	*			
トビコバチ科 Encyrtidae				
<i>Syrphophagus</i> sp.	*	*		
オオモンクワバチ科 Megaspilidae				
<i>Dendrocerus laticeps</i> (Hedicke)	*	*		
<i>D. carpenteri</i> (Curtis)		*		
コガネコバチ科 Pteromalidae				
<i>Asaphes suspensus</i> (Nees)	*	*		
<i>Pachyneuron aphidis</i> (Bouché)		*		

タアブとシヨクガタマバエの成虫は調査対象から除外した。

$$\text{株当たり発生量} = \frac{\sum (\text{確認された捕食者の数} / \text{調査数})}{\text{調査区画数}}$$

結 果

I. 春季調査

1. アブラムシの発生量

1) 発生量指数

Aハウス, Bハウスともに、ニセダイコンが多数、モモアカが少数発生した(図2)。ニセダイコンの発生量指数は、5月3日にはAハウス, Bハウスともに1であった。その後、発生量指数はAハウスでは低下、Bハウスでは上昇し、5月24日にはそれぞれのハウスにおける最低値(0)と最高値(2.8)に達した。しかしその後、発生量指数はAハウスでは急激に上昇(図2)、Bハウスでは低下し(図2)、6月14日には初めてAハウスの値がBハウスの値を上回った。Aハウス, Bハウスともに、多発生区画はハウス内の全域に広がることはなく、一部にとどまった(図3)。

2) 黄色粘着板トラップによる有翅虫の捕獲数

Aハウス, Bハウスともに、黄色粘着板で捕獲された有翅虫はニセダイコンの発生量指数とほぼ同調して推移した(図4)。しかし捕獲数は少なく、最多で55匹(6月21日)であった。

2. 捕食寄生バチの発生量

1) 捕食寄生バチの寄生率

サンプリングしたアブラムシに寄生していた捕食寄生

バチは、ニセダイコンで98%、モモアカで100%がアブラバチであった。アブラコバチによる寄生は、5月10日（Aハウス）、6月14日（A、Bハウス）および21日（Aハウス）にのみ見られた（図5）。

4月26日（天敵放飼前）のニセダイコンに対するアブ

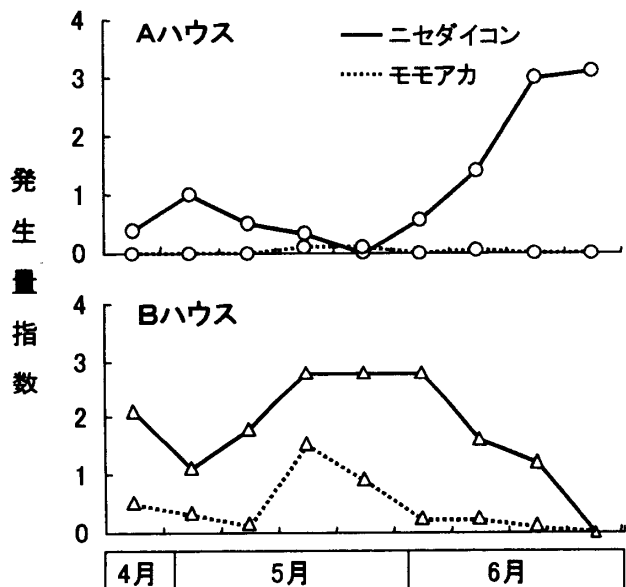


図2 アブラムシの発生量の推移（春季）。

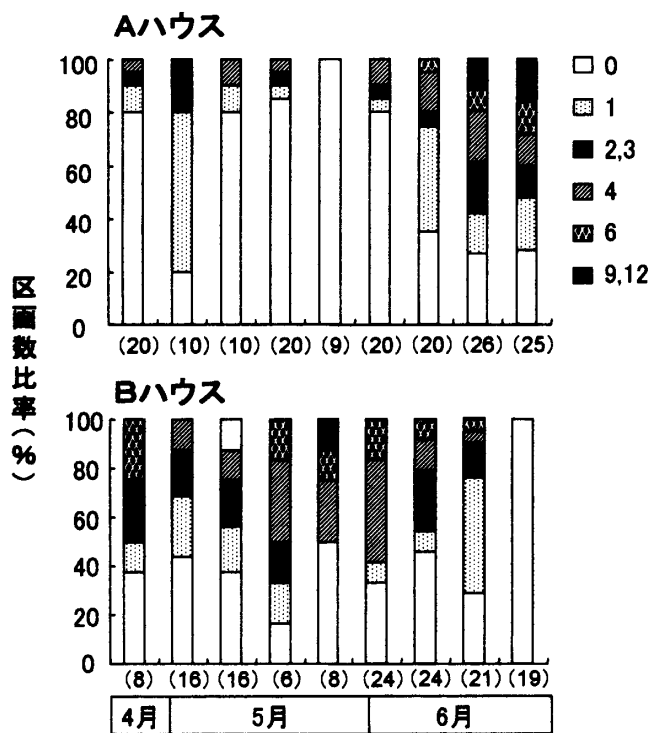


図3 ニセダイコンアブラムシの発生量別区画数比率(春季)。各区画の発生量は調査株における葉当たり最大個体数の階級値aと被寄生率の階級値bの積（本文参照）。かっこ内の数字は調査区画数。

ラバチの寄生率は、Aハウスで93%、Bハウスで24%であった（図5）。その後、Aハウスのニセダイコンに対するアブラバチの寄生率は連続して低下し、5月10日には27%になったが、5月18日と24日には再び80%を超え、6月には17%、80%、22%、88%と、週ごとに大きく変動した（図5）。一方、Bハウスのニセダイコンに対するアブラバチの寄生率は、調査期間を通じて徐々に上昇し、6月8日以降は80%を超えた（図5）。調査期間の平均寄生率は、Aハウスで64%、Bハウスで65%と、ほぼ同等であった。モモアカに対する寄生率は、Aハウスで50~100%、Bハウスで45~100%であった（図6）。

2) サンプリングしたマミーから羽化した捕食寄生バチ アブラバチ寄生によるニセダイコンマミーから羽化した捕食寄生バチのうち、一次捕食寄生バチが84%（Aハウス）と93%（Bハウス）を占めた（表4）。羽化したアブラバチはダイコンアブラバチと *Ephedrus nacheri* のみであり、前者がその大部分を占めた（表3、4）。二次捕食寄生バチは、*Syrphophagus* sp., *Dendrocerus laticeps*, *D. carpenteri*, *Asaphes suspensus*, *Pachyneuron aphidis* が羽化した（表3、4）。アブラコバチ寄生によるニセダイコンマミーから羽化した一次捕食寄生バチは、すべてチャバラアブラコバチであった（表4）。二次捕食寄生バチは、*Alloxysta* sp. c が1匹羽化したのみであった（表3、4）。

アブラバチ寄生によるモモアカマミーから羽化した捕食寄生バチのうち、一次捕食寄生バチが100%（Aハウス）と83%（Bハウス）を占めた（表5）。一次捕食寄生バチは、ダイコンアブラバチとギフアブラバチが羽化し、前者がその大部分を占めた（表3、5）。二次捕食寄生バチは、*Alloxysta* sp. b, *Dendrocerus laticeps*, *Asaphes suspensus* が羽化した（表3、5）。アブラコバチ寄生によるモモアカマミーは、Aハウスで1個体のみがサンプリングされ、それからキアシアブラコバチが羽化した（表3、5）。

3) 黄色粘着板トラップで捕獲された捕食寄生バチ 捕獲されたアブラムシの捕食寄生バチは、Aハウスで総計26匹、Bハウスで45匹と少なかった。一次捕食寄生

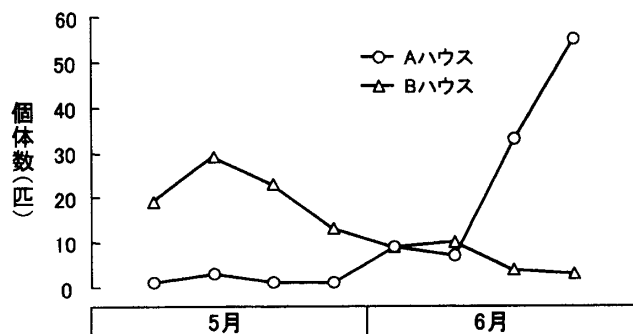


図4 黄色粘着板トラップに捕獲された有翅アブラムシ個体数の推移（春季）。

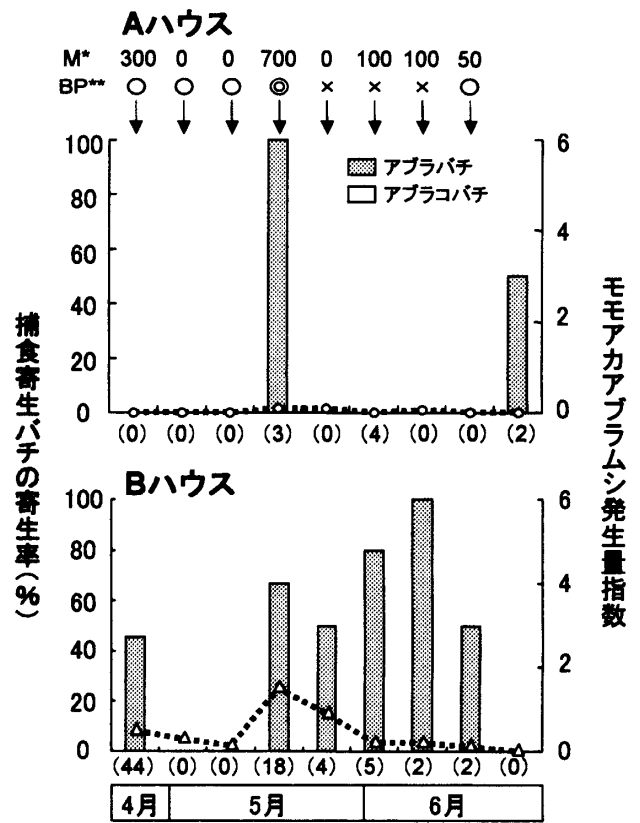
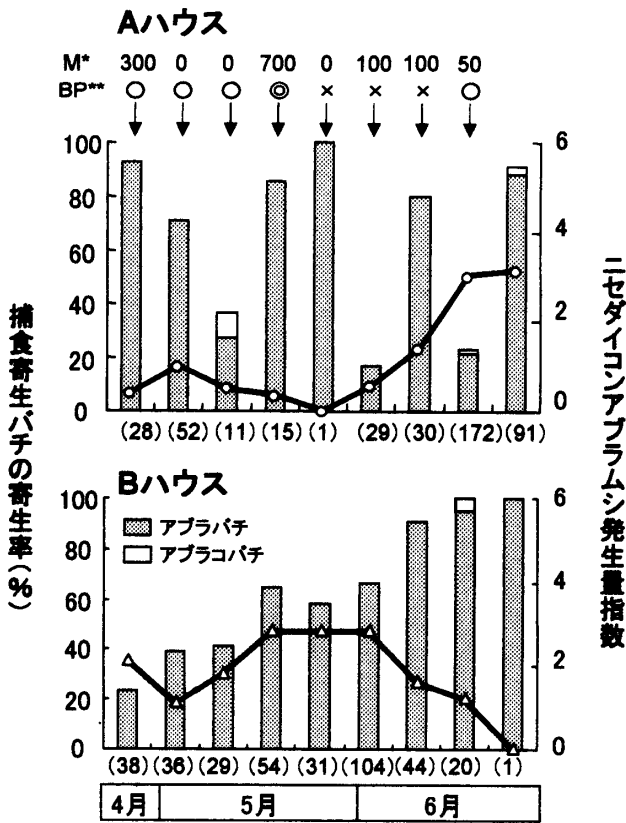


図5 捕食寄生バチのニセダイコンアブラムシに対する寄生率の推移（春季）. 棒グラフは捕食寄生バチの寄生率, 折れ線グラフはニセダイコンアブラムシの発生量指数, かつこ内の数字は解剖したアブラムシ個体数. *M: ダイコンアブラバチ (マミー) の放飼個体数 **BP: ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントにおける植物の状態, アブラムシ数, マミー数の総合評価 (設置からその翌週まで. ◎良好, ○やや良好, ×不良)

図6 捕食寄生バチのモモアカアブラムシに対する寄生率の推移（春季）. 棒グラフは捕食寄生バチの寄生率, 折れ線グラフはモモアカアブラムシの発生量指数, かつこ内の数字は解剖したアブラムシ個体数. *M: ダイコンアブラバチ (マミー) の放飼個体数 **BP: ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントにおける植物の状態, アブラムシ数, マミー数の総合評価 (設置からその翌週まで. ◎良好, ○やや良好, ×不良)

表4 春季調査期間中にサンプリングしたニセダイコンアブラムシマミーから羽化した捕食寄生バチの種類別個体数

種名	アブラバチによるマミー		アブラコバチによるマミー	
	Aハウス (131)	Bハウス (523)	Aハウス (7)	Bハウス (23)
一次捕食寄生バチ				
ダイコンアブラバチ	87	411	-	-
<i>Ephedrus nacheri</i>	0	2	-	-
チャバラアブラコバチ	-	-	5	16
二次捕食寄生バチ				
<i>Alloxysta</i> sp. c	0	0	1	0
<i>Syrphophagus</i> sp.	5	3	0	0
<i>Dendrocercus laticeps</i>	9	13	0	0
<i>D. carpenteri</i>	1	0	0	0
<i>Asaphes suspensus</i>	1	13	0	0
<i>Pachyneuron aphidis</i>	0	1	0	0

かつこ内の数字はマミー採集総数

表5 春季調査期間中にサンプリングしたモモアカアブラムシマミーから羽化した捕食寄生バチの種類別個体数

種名	アブラバチによるマミー		アブラコバチによるマミー	
	Aハウス (131)	Bハウス (523)	Aハウス (7)	Bハウス (23)
一次捕食寄生バチ				
ダイコンアブラバチ	87	411	-	-
<i>Ephedrus nacheri</i>	0	2	-	-
チャバラアブラコバチ	-	-	5	16
二次捕食寄生バチ				
<i>Alloxysta</i> sp. c	0	0	1	0
<i>Syrphophagus</i> sp.	5	3	0	0
<i>Dendrocercus laticeps</i>	9	13	0	0
<i>D. carpenteri</i>	1	0	0	0
<i>Asaphes suspensus</i>	1	13	0	0
<i>Pachyneuron aphidis</i>	0	1	0	0

かつこ内の数字はマミー採集総数

バチは、サンプリングしたマミーから羽化したダイコンアブラバチ、ギフアブラバチ、キアシアブラコバチの他、アブラバチ3種、アブラコバチ1種が捕獲された(表3, 6)。二次捕食寄生バチは、サンプリングしたマミーから羽化した *Syrphophagus* sp., *Dendrocerus laticeps*, *Asaphes suspensus* の他, *Phaenoglyphis villosa* が捕獲された(表3, 6)。捕獲数が多かった捕食寄生バチは、ダイコンアブラバチ(Aハウスで12%, Bハウスで64%), ギフアブラバチ(Bハウスで18%), キアシアブラコバチ(Aハウスで62%)であった(表6)。

表6 春季調査期間中に黄色粘着板トラップで捕獲されたアブラムシ(有翅), アブラムシの一次および二次捕食寄生バチの個体数

種名	Aハウス	Bハウス
有翅アブラムシ	110	110
一次捕食寄生バチ		
アブラバチ		
ダイコンアブラバチ	3	29
ギフアブラバチ	0	8
<i>Aphidius uzbekistanicus</i>	1	0
<i>Lysiphlebus japonicus</i>	0	1
<i>Lipolexis gracilis</i>	0	1
<i>Binodoxys</i> sp.	0	1
アブラコバチ		
キアシアブラコバチ	16	0
ワタアブラコバチ	2	0
二次捕食寄生バチ		
<i>Phaenoglyphis villosa</i>	0	1
<i>Syrphophagus</i>	2	2
<i>Dendrocerus laticeps</i>	2	1
<i>Asaphes suspensus</i>	0	1

3. 捕食性天敵の発生量

ヒラタアブ, テントウムシ, ショクガタマバエ, ヒメカゲロウの発生が確認された。しかし, 発生量はAハウス, Bハウスともに少なく, 各グループの株当たり発生量は0.2匹以下であった(図7)。ヒラタアブの幼虫は, Aハウスで4月26日と6月14日に, Bハウスで4月26日, 6月1日および14日に見られ(図7), 成虫や卵も調査期間を通じてたびたび見られた。テントウムシの幼虫や成虫は, Aハウスでは6月14日および21日に, Bハウスでは5月10日, 6月1日および14日に, アブラムシの高密度区画(葉当たり最大個体数の階級値aと被寄生葉率の階級値bの積が6以上)やその周辺に見られた(図7)。ヒメカゲロウの幼虫は, Aハウスにおいてのみ, 5月18日および6月21日に見られたが, 成虫は見られなかった(図7)。ショクガタマバエの幼虫は, Bハウスにおいてのみ, 6月14日に見られた(図7)。

4. バンカープラントの状態

ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントにおいて6月1日と7日に, 2種アブラコバチ放飼用バンカープラントにおいて6月7日に, 植物(それぞれオオムギ, ソラマメ)が乾燥によって枯死した。植物の水分条件は,

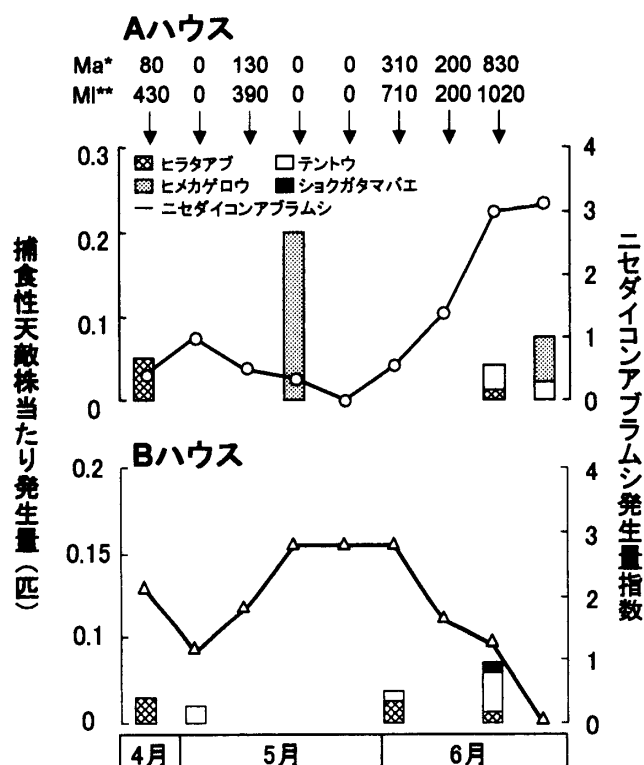


図7 アブラムシの捕食性天敵の発生量の推移(春季)。棒グラフは各捕食性天敵の株当たり発生量の累積数, 折れ線グラフはニセダイコンアブラムシの発生量指数。*Ma: コチャバネヒメカゲロウ卵の放飼個体数 **MI: ホソバヒメカゲロウ卵の放飼個体数

水を含ませたスポンジを鉢の下に, 日よけを植物の上に設置することによって改善された(6月14日, 21日)。ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントにおいて, 6月21日にヒラタアブの卵が, アブラコバチ放飼用バンカープラントにおいて5月3日にヒラタアブの卵, 6月21日にテントウムシの卵が見られた。

ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントでは, アブラムシは, 5月および6月21日には鉢当たり20~200匹寄生していたが, 6月1日, 7日, 14日には1匹も見られなくなった。アブラコバチ放飼用バンカープラントでは, アブラムシ数は調査期間を通じて少なかった(0~100匹/鉢)。

ダイコンアブラバチ放飼用バンカープラントでは, マミーは5月および6月21日には鉢当たり5~80個観察されたが, 6月1日, 7日, 14日には, すべての鉢で10個以下であった。アブラコバチ放飼用バンカープラントでは, マミー数は調査期間を通じて少なかった(0~50個, 平均8個/鉢)。

II. 秋季調査

1. アブラムシの発生量

1) 発生量指数

ニセダイコンのみが発生し、その発生量は春季よりも少なかった。Cハウスでは、9月27日に、発生量指数は0.4と低かった(図8)が、多発生株が1株発見されたため、抜き取ってハウス外にもち出し処分した。Cハウスではその後、発生量指数はさらに低下し、0.3以下で推移した(図8)。Dハウスの発生量指数は、10月5日~25日までCハウスよりも高かったが顕著な差はなく、最高でも0.8であった(図8)。発生量指数は11月1日から低下し、15日には0になった(図8)。

2) 黄色粘着板トラップによる有翅虫の捕獲数

黄色粘着板による有翅虫の捕獲数(表7)は、調査期間を通じて非常に少なかった。

2. 天敵昆虫の発生量

1) 捕食寄生バチの寄生率

採集したニセダイコンに寄生していた捕食寄生バチは、すべてアブラバチであった。Cハウスにおける寄生率は、9月27日(天敵放飼前)には7%であったが、10月4日からはずべて70%以上であった(図9)。Dハウ

スにおける寄生率は、10月18日に4%となった以外は、すべて0%であった(図9)。

2) サンプルングしたマミーから羽化した捕食寄生バチ

Cハウス、Dハウスともに、アブラバチによるニセダイコンマミーのみが発見され、アブラコバチによるマミーは発見されなかった。マミーの発生量は、調査期間を

表7 秋季調査期間中に黄色粘着板トラップで捕獲された有翅アブラムシ、アブラムシの一次および二次捕食寄生バチの個体数

種名	Cハウス	Dハウス
有翅アブラムシ	21	40
一次捕食寄生バチ		
アブラバチ		
ダイコンアブラバチ	144	0
ギフアブラバチ	2	0
ニホンアブラバチ	2	2
<i>Lipolexis gracilis</i>	1	2
アブラコバチ		
チャバラアブラコバチ	1	1
キアシアブラコバチ	1	2
ワタアブラコバチ	1	1
<i>Aphelinus varipes</i>	2	2
二次捕食寄生バチ		
<i>Alloxysta</i> sp.b	2	1
<i>Alloxysta</i> sp.c	6	8

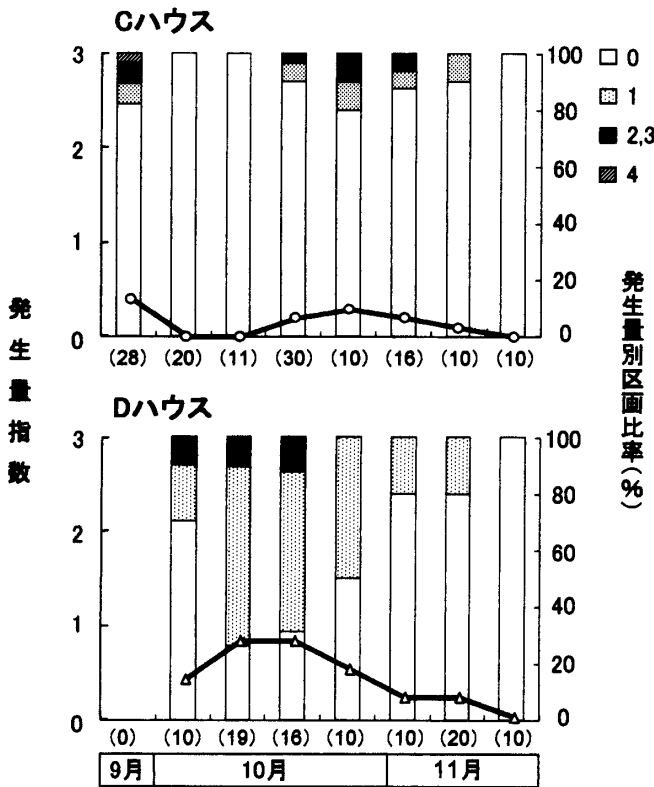


図8 ニセダイコンアブラムシの発生量および発生量別区画数比率(秋季)。各区画の発生量は調査株における葉当たり最大個体数の階級値aと被寄生葉率の階級値bの積(本文参照)。かっこ内の数字は調査区画数。

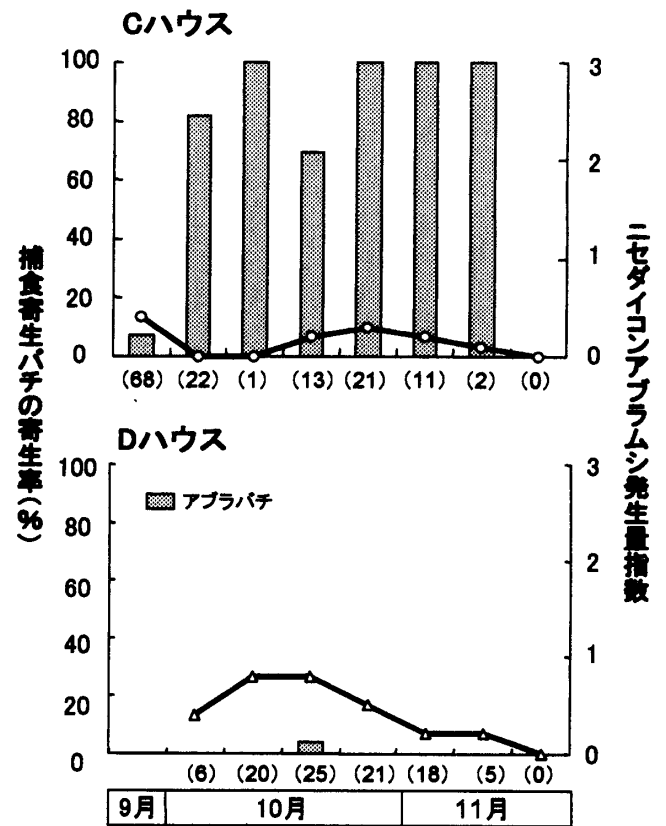


図9 捕食寄生バチのニセダイコンアブラムシに対する寄生率の推移(秋季)。棒グラフは捕食寄生バチの寄生率、折れ線グラフはニセダイコンアブラムシの発生量指数、かっこ内の数字は解剖したアブラムシ個体数。

通じて少なかった（サンプリングしたマミー総計：Cハウス15個，Dハウス4個）。サンプリングしたマミーからはダイコンアブラバチのみが羽化し，二次捕食寄生バチは羽化しなかった。

3) 黄色粘着板トラップで捕獲された捕食寄生バチ

捕獲された捕食寄生バチは，ダイコンアブラバチの他にアブラバチ3種，アブラコバチ4種，二次捕食寄生バチ2種であった（表7）。ダイコンアブラバチは，Cハウスにおいて全捕獲数の89%を占めたが，Dハウスでは捕獲されなかった（表7）。その他の捕食寄生バチの捕獲数は，いずれも総計でそれぞれ8匹以下と，非常に少なかった（表7）。

4) 捕食性天敵

捕食性天敵の発生は認められなかった。

3. バンカープラントの状態

3種寄主植物ともに，乾燥で枯死することはなかった。しかし，オオムギとハトムギにおいて，鱗翅目害虫の摂食による被害が発生し，ハトムギでは枯死に至った（10月11日，18日）。また，10月4日にはハトムギでヒラタアブ幼虫が観察された。10月25日に各バンカープラントにナイロンネットをかぶせたところ，鱗翅目害虫による被害が減少し，捕食性天敵も発生しなかった。

葉身におけるアブラムシ数は，いずれの寄主植物においても少なかったが，3種を比較すると，10月にはオオムギで最も多く，次いでハトムギで多かった。しかし，オオムギ，ハトムギともに，11月1日からアブラムシ数が減少し，オオムギでは8日に，ハトムギでは15日にゼロになった。トウモロコシの葉身には，調査期間を通じてアブラムシは確認できなかった。調査終了時における葉鞘内部のアブラムシ数は，オオムギで85匹，ハトムギで25匹，トウモロコシで14匹であった。

葉身におけるマミー数は，調査期間を通じて少なかった（鉢当たり平均2個）。調査終了時における葉鞘内部のマミー数は，オオムギで77個，ハトムギで1個，トウモロコシで11個であった。

考 察

1. アブラムシの発生状況

春季には主にニセダイコン，まれにモモアカが発生し，秋季にはニセダイコンのみが発生した（図2，8）。Aハウスでは，ニセダイコンの発生量は5月に少なく（発生量指数：0～1），6月に急激に増加した（0.6から3.1）（図2）。一方Bハウスでは，ニセダイコンの発生量は5月に増加し（1から2.8），6月に低下した（2.8から0）（図2）。AハウスとBハウスを比較すると，ニセダイコンの発生量は，5月3日には両者同程度，5月10日～6月1日にはAハウスよりBハウスの方が多く，6月7日に再び同程度となり，14日～21日にはAハウス

の方がBハウスより多くなった（図2）。また，モモアカはAハウスではほとんど発生せず（発生量指数：0～0.1），Bハウスでも5月中下旬（0.9～1.5）を除き，きわめて低い密度で推移した（0～0.5）（図2）。秋季のニセダイコン発生量は，春季に比べ極端に少なかった。すなわち，発生量はCハウスでは調査期間を通じて少なく（発生量指数：0～0.4），Dハウスでは，10月にはCハウスよりも多かった（0.4～0.8）が，11月には低下した（0.2から0，図8）。

春季調査において，Aハウス，Bハウスともに，アブラムシの発生はハウス内の一部の区画に限定された（図3）。このことは，アブラムシの発生がハウス内全域に拡大する前に，アブラムシ個体群に何らかの抑制要因が作用したことを示している。以下，この抑制要因について，天敵類の発生量およびコマツナの栽培環境から考察する。

2. 天敵の種類と発生量

1) アブラバチ

アブラバチは，黄色粘着板トラップによって，春季にはダイコンアブラバチ，ギフアブラバチ他4種，秋季にはダイコンアブラバチ，ギフアブラバチ他2種が捕獲された（表3，6，7）。一方，サンプリングしたニセダイコンマミー（春季，秋季）およびモモアカマミー（春季）から羽化したアブラバチは，大部分がダイコンアブラバチであった（表3，4，5）。ギフアブラバチはモモアカマミーのみから羽化した（表5）。ギフアブラバチはモモアカに適性が高いが，ニセダイコンには適性がない（高田，1976）。また，サンプリングしたアブラムシにおける被寄生個体の大部分がアブラバチ寄生によるものであった（図5，6，9）。これらの結果から，本調査地では，ダイコンアブラバチがコマツナに発生するアブラムシの最も重要な捕食寄生性天敵であると考えられる。

ダイコンアブラバチは，春季，秋季ともに，調査したいずれのハウスでも発生した。このうち，放飼前のAハウス（4月26日）およびBハウス（全調査期間）で採集されたダイコンアブラバチは，明らかに野外からハウス内に侵入した個体の子孫虫である。調査ハウスではしばしば天窓が開放され，側面の網の目が粗かった（1mm）ことから，それらの箇所から侵入したと考えられる。5月3日以降にAハウスで採集されたダイコンアブラバチは，放飼個体の子孫虫が含まれていた可能性がある。

2) アブラコバチ

アブラコバチは，黄色粘着板トラップによって，春季にはキアシアブラコバチ他1種が，秋季にはチャバラアブラコバチ，キアシアブラコバチ他2種が捕獲された（表3，6，7）。一方，採集したアブラムシマミーから羽化したアブラコバチは，ニセダイコンマミーからはチャバラアブラコバチのみ，モモアカマミーからはキアシ

アブラコバチのみであった(表3, 4, 5)。また, 2種アブラコバチを放飼したAハウスにおいても, 放飼しなかったBハウスにおいても, サンプルングしたアブラムシのうち, アブラコバチによって寄生された個体はほとんど発見されなかった(図5, 6)。アブラコバチの発生量が少なかった要因として, ①2種アブラコバチはコマツナに発生するアブラムシ(特にニセダイコン)に対する適性が低く, 雌成虫があまり産卵しなかったか, 産卵しても卵や幼虫がうまく発育しなかった, ②ダイコンアブラコバチと共寄生したとき, 種間競争において劣位にあったことが考えられる。

放飼前のAハウス(4月26日)およびBハウス(全調査期間)でサンプルングしたマミーから羽化したチャバラアブラコバチは, 明らかに野外から侵入した個体の子孫虫である。Aハウスで5月3日以降にサンプルングされたチャバラアブラコバチとキアシアブラコバチは, 放飼個体の子孫虫である可能性がある。

3) 捕食性天敵

春季には, テントウムシ, ヒラタアブ, ヒメカゲロウ, ショクガタマバエが発生した(図7)。ヒラタアブとテントウムシは調査期間を通じて発生した(図7)。ヒメカゲロウの発生はAハウスに限られること, 放飼した翌週に限られること(図7)から, 発見された個体は放飼個体である可能性が高い。

しかし, 捕食性天敵の発生量は全般に少なかった(図7)。このことは, 捕食性天敵の発育期間の長さに関係していると考えられる。捕食性天敵の発育期間(産卵から羽化まで)は, 20℃において, テントウムシで22~30日, ヒラタアブで21~24日, ヒメカゲロウで26~28日である(高田, 2000)。それに対し, コマツナでアブラムシがある程度大きなコロニーを形成する期間は, 本葉が4枚以上展開した頃から収穫までの平均約2週間である。捕食性天敵は, コマツナの収穫とともに, 発育の途中で除去され, ハウス内で次世代を生産できなかった可能性が高い。また, 2種ヒメカゲロウの幼虫は, 卵を大量に放飼したにもかかわらず, ごくまれにしか発見されなかった。その原因として, コマツナを寄主とするアブラムシ, 特にニセダイコンに対する適性が低かったことや, 放飼した卵の孵化率が低かったことが考えられる。

4) バンカープラント

春季調査におけるダイコンアブラコバチ放飼用バンカープラントの状況は, 4月26日から5月24日までは比較的良好であったが, 5月24日から6月7日までは不良であった(図5)。主な要因は, 乾燥による植物の枯死であった。植物の健康状態はアブラムシの増殖に影響し, マミー形成数にも影響するため, 植物を健全な状態に保つことは重要である。秋季調査では, 植木鉢に自動灌水装置を設置したところ, 植物の枯死は起こらなかった。

秋季に設置したダイコンアブラコバチ放飼用バンカープラントにおけるトウモロコシアブラムシ数は, オオムギ,

ハトムギ, トウモロコシの順に多かった。マミー数はオオムギが最も多く, ハトムギとトウモロコシはいずれも少なかった。このことから, 調査した3種植物のうち, オオムギがトウモロコシアブラムシの寄主植物として最も適していると判断できる。しかし, 寄主植物の生育段階によって, アブラムシの適性が変化する可能性があるため, さらに検討が必要である。また, 11月1日からは, 3種寄主植物すべてにおいてアブラムシ数が減少した。トウモロコシアブラムシは短日条件下で有翅虫を多く産出するため, 寄主植物に定着しない個体が増加したためと考えられる。

ダイコンアブラコバチは, アブラナ科植物に寄生するニセダイコン, モモアカ, ダイコンアブラムシの他に, 約20種のアブラムシに寄生する(Pike et al., 1999)。本研究では, バンカープラント用の寄主としてトウモロコシアブラムシを使用した, マミー数は調査期間を通じて少なかった。より有効性の高いバンカープラントを開発するためには, ダイコンアブラコバチに適性の高い, しかしアブラナ科作物を加害しない代替寄主を選抜する必要がある。

オオムギおよびハトムギには鱗翅目害虫やアブラムシの捕食性天敵が発生したが, 1mm目合いのネットでバンカープラントを被覆した後は, それらの発生を防止することができた。捕食寄生バチは1mmの網目を通過できるが鱗翅目害虫や捕食性天敵の成虫は通過できないことから, この目合いのネットでバンカープラントを被覆するのは, 有効な対応策であると考えられる。

3. 天敵のアブラムシ発生量に及ぼす影響

アブラコバチおよび捕食性天敵については, 発生量が非常に少なかったことから, コマツナのアブラムシ個体群に及ぼす影響は小さいと推察される。

春季のニセダイコンに対するアブラコバチの寄生率は, アブラムシの発生量に応じて大きく変動した(図5)。Aハウスでは, 5月の寄生率がBハウスよりも高く, アブラムシの発生量も少なかったが, 6月1日に寄生率が低下し, それ以降, アブラムシの発生量が急激に増加した(図5)。一方Bハウスでは, 5月には寄生率が低く, ニセダイコンの発生量が増加したが, 6月には寄生率が高く, ニセダイコンの発生量が減少した(図5)。また, 全般に発生量の少なかったモモアカに対するアブラコバチの寄生率は, Aハウス, Bハウスともに, 常に高かった(図6)。これらのことから, 春季にはアブラコバチが, コマツナのアブラムシの発生量に大きく影響したと考えられる。

特に, Aハウスにおける6月1日の寄生率の低下とその後のアブラムシの急激な増加は, ダイコンアブラコバチ密度の低下が原因であると考えられる。5月24日のアブラムシ発生量は0であったため, 野外からのダイコンアブラコバチ侵入数が少なかったと考えられる。さらに, そ

の間マミーを放飼せず、前項で述べたようにバンカープラントの状態も悪化した(図5)。そこへアブラムシがハウス内に侵入して増殖をはじめたため、翌週6月1日の寄生率が急激に低下し、その後のアブラムシの増大を招いた。さらにはアブラムシ多発生株がハウス内に放置されたこと(第5項)が相まって、多発生区画の増加につながったと考えられる。

秋季には、Cハウスに毎週約1,000個のマミーを放飼したところ、Cハウスのニセダイコンに対するアブラバチの寄生率が、アブラムシの発生量にかかわらず、Dハウスよりも顕著に高くなった(図9)。このことは、ニセダイコンの密度が低いときでも、放飼したダイコンアブラバチはそれらを発見し、産卵したことを示している。しかし、アブラムシの発生量はCハウスとDハウス間に大差なく、調査終了時には両ハウスともに発生量指数が0になった(図8)。秋季のアブラムシ発生量には、気温など天敵以外の要因が大きく影響したと思われる(第5項)。

4. 二次捕食寄生バチの一次捕食寄生バチに及ぼす影響

二次捕食寄生バチは、一次捕食寄生バチの働きを低下させる重要な抑制要因である(高田・巽, 2002)。本調査において、黄色粘着板トラップにより捕獲された二次捕食寄生バチは、春季にはヒメタマバチ科1種、トビコバチ科1種、オオモンクロバチ科1種およびコガネコバチ科1種、秋季にはヒメタマバチ科2種であった(表3, 6, 7)。サンプリングしたアブラバチ寄生によるニセダイコンマミーからは、トビコバチ科1種、オオモンクロバチ科2種およびコガネコバチ科2種が羽化した。ヒメタマバチ科の種は羽化しなかった(表4)。これは、ダイコンアブラバチを直接の寄主とする、ニセダイコンやダイコンアブラムシの有力なヒメタマバチ科の二次捕食寄生バチが、日本には分布しない(高田, 1976)ことによると思われる。ヨーロッパ、アフリカ、北アメリカおよびオーストラリアにおいては、ダイコンアブラムシの二次捕食寄生バチ群のうちヒメタマバチ科の種が50%以上を占め、ニセダイコンやダイコンアブラムシに寄生したダイコンアブラバチの重要な抑制要因となっている(高田, 1976)。モモアカマミーから羽化したヒメタマバチ科の *Alloxysta* sp. b は、ギフアブラバチを選好する(高田, 1976)。

本調査では、春季にサンプリングしたアブラバチによるニセダイコンマミーのうち、一次捕食寄生バチが羽化したものは76%、二次捕食寄生バチが羽化したものは7%、捕食寄生バチが羽化しなかったものは17%であった(図10)。佐藤ら(1998)は、コレマンアブラバチ放飼によるキュウリのワタアブラムシ防除試験においてサンプリングしたワタアブラムシマミーのうち、コレマンアブラバチが羽化したものは13%、二次捕食寄生バチが羽化したものは38%であり、捕食寄生バチが羽化しな

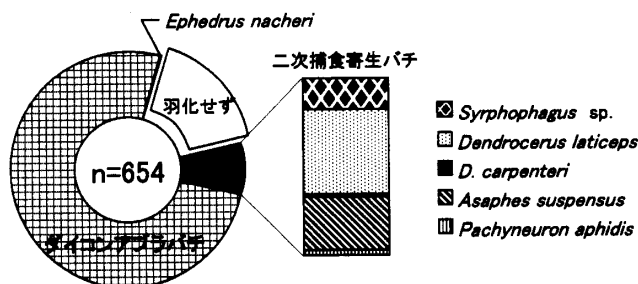


図10 ニセダイコンアブラムシマミー(アブラバチ)からの捕食寄生バチの羽化脱出率および捕食寄生バチの種類別個体数比率(春季)。

ったマミー(49%)についても、大部分が二次捕食寄生バチに寄生されていたと報告した。この結果と比較すると、本調査における二次捕食寄生バチの寄生率は非常に低い。二次捕食寄生バチは、アブラムシに寄生した一次捕食寄生バチが幼虫あるいは蛹期に到達した後に産卵することから、主に生育段階の進んだコマツナで発生すると考えられる。本調査地で二次捕食寄生バチの発生量が少なかった要因として、①コマツナの収穫によって発育中の個体が外へもち出され、ハウス内で次世代虫を十分生産できなかったこと、②上述のように、ダイコンアブラバチに特殊化したヒメタマバチ科の二次捕食寄生バチが日本に分布しないことが考えられる。

5. アブラムシの発生量に影響する他の要因

1) 広食性捕食者

調査ハウスは長年にわたる有機栽培農地であったため、クモ、オサムシ、ハネカクシなどの広食性捕食者が多数生息していた。これらの広食性捕食者も、アブラムシ個体群の抑制要因として重要な役割を果たしていた可能性がある。しかし、調査ハウスにおける広食性捕食者の種構成、発生量、アブラムシ捕食量などは不明である。

2) ハウス周辺の栽培作物

秋季のアブラムシの発生量は、春季に比べて顕著に少なかった。この要因として、まず、調査ハウス周辺の環境の変化が考えられる。すなわち、春季には、調査ハウスに隣接する周辺ハウスの大部分においてコマツナが無農薬で栽培されていたが、秋季にはミズナが慣行的方法で栽培されるようになった。この結果、秋季には、周辺ハウスから有翅アブラムシの飛来量が大幅に減少したと考えられる。

3) コマツナの栽培体系

コマツナは通常、播種から約1か月で収穫される。したがって、コマツナ上のアブラムシは、収穫によって順次ハウス外へもち出されることになる。したがって、コマツナの収穫はハウス内のアブラムシ密度を抑制する役割を果たしていると考えられる。

しかしAハウスにおいて、6月7日頃収穫予定のコマツナのうち、商品価値を失ったアブラムシ多発生株（5調査区画分）がハウス外へもち出されず、その翌週（14日）、翌々週（21日）においても、ハウス内に放置された。放置された多発生株は、有翅ニセダイコンの分散源となり、アブラムシ発生量の増加を助長したと考えられる。また秋季には、Cハウスで9月27日にアブラムシ多発生株を抜き取る措置をとったところ、多発生区画が拡大しなかった。これらのことから、多発生株をハウス内に放置せず、発見後できるだけ早く除去することで、アブラムシの発生量を効果的に抑制できると考えられる。

4) 気温

アブラムシの発生量が11月から減少したことについては、ハウス内の気温の低下が影響した可能性がある。10月25日から11月1日のハウス内平均気温は12℃、最低気温は3℃であり、その前週と比べ、いずれも5～6℃低下した。ニセダイコンは京都府において一部の個体群が冬季にも胎生世代を繰り返す（高田，1976）が、気温の低下によって増殖率が低下し、個体群増加が抑制されたと考えられる。

6. ダイコンアブラバチによる生物的防除の可能性

1) アブラムシの許容密度水準

本研究の結果から、施設栽培コマツナに発生するアブラムシの生物的防除の可能性について考察する。生物的防除をおこなうには、まず、目標とする許容密度水準を設定する必要がある。生物的防除では、天敵を用いて害虫個体群を抑制するため、防除水準は害虫の密度をゼロにすることではない。しかし、コマツナのような葉菜類では、収穫対象物が加害されるため、許容密度水準は果菜類よりも低く設定しなければならない。

本調査地のコマツナは、収穫後水洗し、箱に詰めて出荷される。収穫したコマツナに寄生するアブラムシの密度が低ければ、下葉を取り除き、水洗することによって完全に除去できるが、密度が高ければ完全に除去できず、輸送中に増殖して商品価値を失う。したがって、ここではコマツナを加害するアブラムシの生物的防除において目標とする許容密度水準を、収穫後、葉の除去と水洗によってアブラムシを完全に除去できる程度と設定することにした。その密度は、具体的には、100匹以下のアブラムシがごく一部の葉に存在するか、10匹以下のアブラムシが株全体に存在する程度である。

2) 有望な生物的防除素材

本調査地では、コマツナに発生するアブラムシに対してダイコンアブラバチが優占的に発生した（表4，5，図10）。また、ハウス内にダイコンアブラバチを放飼すれば、アブラムシが低密度時にも、高い比率で寄生した（図9）。ダイコンアブラバチはコマツナのアブラムシに対して高い探索能力と適合性を備えており、生物的防除素材として高い資質を有すると考えられる。また、二次

捕食寄生バチによる寄生率が低いことも、有利な要素である。本調査では、第3項に述べたように、ハウス内のダイコンアブラバチ個体群密度が低下したときにニセダイコンが急激に増加した（図5）。このことから、ニセダイコンの密度が低く、ダイコンアブラバチの侵入が少ないときに、本種を人為的に放飼することによって、アブラムシを低密度に抑制し続けることが可能であると考えられる。

天敵の放飼方法として、現在広くとり入れられているのは、害虫の初期発生を確認してから放飼する方法である（矢野，2003）が、中山間農業地域では生産者の高齢化が進んでおり、アブラムシのような微小昆虫の初期発生を確認することは難しい。ダイコンアブラバチを適期に放飼するためには、バンカープラントをハウス内に設置することが有効である。マミー放飼は、アブラムシの発生状況に応じて、補完的な放飼法として利用できる。また、バンカープラントでは、寄主と天敵の個体群が長期的に安定することが望ましいが、条件によっては、寄主アブラムシが増加しすぎる、もしくは減少しすぎる可能性がある。それらの場合には、バンカープラントに対して、アブラムシもしくはダイコンアブラバチの追加放飼が必要である。

3) 結論と今後の課題

前述のように、コマツナの収穫やアブラムシ多発生株の除去はアブラムシの発生量増加を抑制する効果がある。したがって、ハウス栽培コマツナのアブラムシの生物的防除は、アブラムシ多発生株を除去する耕種的防除法を併用すれば、効率的におこなうことができると考えられる。結論として、コマツナ加害アブラムシの生物的防除は、アブラムシ許容密度水準を、下葉をちぎる、あるいは株全体を水洗することによって完全に除去できる程度と設定するならば、アブラムシ多発生株をハウスから除去し、ダイコンアブラバチを適宜放飼することによって可能であると考えた。

本調査地は長年の無農薬ハウスであり、地表面やハウス壁面に多くの広食性捕食者が生息していた。また、ハウス内のコマツナは畝ごとに数日～十数日間隔で播種され、それぞれ収穫期が異なるため、ハウス内のアブラムシやダイコンアブラバチが継続的に発生した。しかし、このような栽培方法は、生産者が高齢化し、労力に制約がある中山間地域でおこなわれるものであり、一般的には、ハウス内のすべての畝で播種、収穫を同時におこなう方法で栽培される。コマツナのアブラムシに対するダイコンアブラバチの利用をより一般化するためには、広食性捕食者がアブラムシ個体群に与える影響や、栽培方法によるアブラムシの発生パターンの違いについて調査する必要がある。

ダイコンアブラバチは、アブラナ科野菜に発生する主要3種アブラムシすべてに高い適性をもつ（高田，1976）。したがって、キャベツやハクサイなど他のアブラナ科野

菜においても、生物的防除素材として利用できる可能性が高い。しかし、他のアブラナ科野菜においてダイコンアブラバチを利用するためには、対象作物ごとにアブラムシの発生パターンを調査し、それぞれの作物や栽培方法の特性を考慮した上で、適切な防除戦略を立案する必要がある。

謝 辞

調査のために生産用のコマツナハウスを使わせていただいた栽培者の木戸 茂氏，調査にご支援いただいた近畿中国四国農業研究センターの四方平和，田中和夫，尾島一史，安倍順一郎の各氏，京都府立大学農学研究科の中嶋 環，佐藤貴彦の両君に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- Hayat, M. (1998): Aphelinidae of India (Hymenoptera: Chalcidoidea): a taxonomic revision. *Mem. Entomol., Intern.* 13: viii + 416 pp.
- 長坂幸吉・熊倉裕史・田中和夫・中川 泉・尾島一史 (2003): 野菜栽培での防虫ネットの効果. *植物防疫* 57: 169-173.
- 尾島一史・田中和夫・長坂幸吉 (2003): 地方自治体による特別栽培農産物認証制度の実態と課題. *農林業問題研究* 39: 119-122.
- Pike, K. S., P. Stary, T. Miller, D. Allison, G. Graf, L. Boydston, R. Miller, and R. Gillespie (1999): Host range and habitats of the aphid parasitoid *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Aphidiidae) in Washington State. *Environ. Entomol.* 28: 61-71.
- 佐藤佳郎・高田 肇・片山 順 (1998): コレマンアブラバチとショクガタマバエ放飼によるハウスキュウリのワタアブラムシ防除試験. *京都府大学報・人・農* 50: 75-86.
- 高田 肇 (1976): 十字花科蔬菜，馬鈴薯のアブラムシおよびその寄生蜂に関する研究. I. アブラムシの寄生蜂群構成. *昆虫* 44: 234-253.
- 高田 肇 (2000): 天敵. アブラムシの生物学 (石川統編), 東大出版会, 東京, pp. 139-180.
- Takada, H. (2002): Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; Aphelinidae) of four principal pest aphids (Homoptera: Aphididae) on greenhouse vegetable crops in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 37(2): 237-249.
- 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: 1-6.
- 矢野栄二 (2003): 天敵 生態と利用技術. 養賢堂, 東京. 7 + 296 pp.

**Possibility of biological control of aphids on
greenhouse Komatsuna *Brassica rapa* nothovar.
I. Seasonal prevalence of the aphids and their natural
enemies, and effects on the aphid populations of some
released insect natural enemies**

Eriko Tatsumi, Emi Arai, Koukichi Nagasaka and Hajimu Takada

Abstract : In the intermediate and mountainous agricultural areas, vegetables are being cultured using a reduced amount of pesticides to ensure the safety for products and environment. However, infestation by the aphids especially, *Lipaphis erysimi*, has become a serious problem in organically grown greenhouse komatsuna, *Brassica rapa* nothovar., in these areas. Covering the crop with net was not effective for controlling tiny insect pests like the aphids. Thus, the possibility of biological control of the aphids in organic komatsuna was examined. We surveyed the seasonal prevalence of the aphids and their natural enemies, and the effects on the aphid populations of some insect natural enemies released in a greenhouse for growing komatsuna organically at Miyama Town (a mountainous agricultural area), Kyoto Prefecture in spring and fall, 2002. These surveys showed that the most important natural enemy of the aphids infesting komatsuna was a parasitoid, *Diaeretiella rapae*, and that harvest and removal of plants heavily infested with aphids were effective in decreasing their population. Biological control of the aphids on greenhouse komatsuna would be possible by releasing *D. rapae* at an appropriate time, together with removal of heavily infested plants, if the allowable level was defined as the density to be able to clear aphids completely by washing a komatsuna plant and/or tearing off its lower leaves.

Key words : komatsuna, organic farming, greenhouse, aphid, natural enemy, *Diaeretiella rapae*, biological control