

# 露地野菜害虫に対する天敵の利用と今後の課題

宮崎大学農学部食料生産科学科

おお の かず ろう  
大 野 和 朗

## はじめに

我が国の施設野菜栽培では、天敵の接種的放飼法による害虫防除が普及の段階を迎えている。露地野菜でも、研究的な取り組みとしては圃場および周辺環境の天敵の保護、大量放飼法および永続的利用法が考えられているが、農家圃場まで普及した例は少ない。海外では、タマゴバチ類 *Trichogramma* spp. の大量放飼法や接種的利用法が露地圃場で検討され、アワヨトウなどの生物的防除が普及している (SMITH, 1996)。しかし、我が国では、施設野菜栽培に比べ露地野菜は単位面積当たりの収益が低く、施設栽培以上にコスト面での制約が大きい。この点を考慮すると、圃場および圃場周辺の天敵を保護する方法、あるいは天敵の導入、定着後に天敵を保護するIPM体系を目指すほうがより普及性は高いように思われる。本稿では、露地ナス圃場およびアブラナ科野菜圃場での生物的防除を基盤としたIPM体系を紹介し、今後の天敵利用の課題について考えてみたい。

## I 露地野菜での天敵利用

露地ナスでは、ミナミキイロアザミウマの密度を抑制する有力な土着天敵として捕食性のヒメハナカメムシ類 *Orius* spp. が見出され (河本・河合, 1988; 永井ら, 1988)、天敵保護区でミナミキイロアザミウマによる被害を低減できることが明らかになった (永井, 1990)。さらに、ヒメハナカメムシ類に影響のない選択的農薬を組み込んだ総合防除体系が永井 (1991) により提案され、一部修正を加えた体系の農家圃場レベルでの有効性も確認されている (大野ら, 1995; TAKEMOTO and OHNO, 1996)。岡山県での実証試験および福岡県での10か所の農家圃場での実証試験から、地域性あるいは年次の違いによるヒメハナカメムシ類の発生の違いは少なく、本体系は安定した技術であると考えられる。露地キャベツでは、抵抗性発達の著しいコナガや他の害虫防除に選択的農薬を使用することで、クモ類を中心とした捕食性天敵を保護する技術が提案され (根本, 1995)、埼玉県およ

び近隣のブロッコリー栽培圃場で普及している (根本, 私信)。また、コナガでは幼虫寄生蜂セイヨウコナガチピアメバチ *Diadegma semiclausum* の導入や放飼試験 (伊賀, 1997)、永続的利用法 (NODA et al., 2000) も検討されている。捕食性の土着天敵保護技術との組み合わせを考えるのか、地域性に合わせて捕食性天敵または導入天敵のいずれかに焦点を絞るのか、どのような技術体系として農家に提供できるか興味ある点である。なお、導入天敵セイヨウコナガチピアメバチとの種間競争が土着天敵の発生に影響を及ぼしていることも報告されており (伊賀, 1997)、研究面では天敵導入によるリスクと利益を十分考慮した検討も必要と思われる。

## II 昆虫群集と天敵

化学農薬中心の慣行防除では害虫以外の昆虫を目にすることは少ない。天敵保護のために選択的農薬を散布したIPM圃場では様々な昆虫やクモ類が認められる。図-1には、福岡県内 (大野ら, 1995; TAKEMOTO and OHNO, 1996) および最近の宮崎県内 (大野ら, 未発表) の調査に基づいて作成した露地ナスIPM圃場での昆虫群集を示した。太枠で囲った害虫はいずれも果実を直接加害し、深刻な被害をもたらす害虫である。このうち、天敵により発生が抑えられているのはミナミキイロアザミウマのみである。細枠で囲った害虫は果実を直接加害しないが、防除の対象となっている種である。この中で、天敵により密度が抑制され、農薬の散布がほとんど

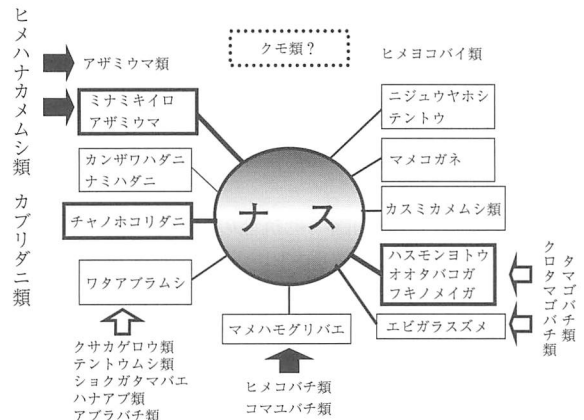


図-1 露地ナス上での昆虫群集

Effective Use of Natural Enemies for Open Field Vegetables and its Future Prospect. By Kazuro OHNO

(キーワード: 野菜, 露地ナス, 天敵, ヒメハナカメムシ, IPM)

必要ないのはマメハモグリバエのみである。その他の害虫については選択的農薬あるいは非選択的農薬の散布が必要となる。なお、クモ類がどこまで害虫種の発生に影響しているかは不明である。また、カブリダニ類はハダニ類やチャノホコリダニあるいはアザミウマ類を捕食する可能性が高いが、これまでの露地ナスの研究ではその働きは評価されていない。ニジュウヤホシテントウやマメコガネ、カスミカメムシ類は慣行防除圃場ではマイナー害虫であり、圃場によっては問題にならない場合もある。上に述べた害虫あるいは天敵のどちらにも含まれないのが、ヒメヨコバイ類とアザミウマ類である。宇根(1989)の言葉を借りれば「ただの虫」である。次節で述べるが、ヒメハナカメムシ類はこのアザミウマ類を餌としており、宇根が水田の生物群集で指摘したようにただの虫が天敵の餌として重要な存在となっている。天敵利用を目的とした圃場あるいはその周辺を含めて、昆虫群集を見直す必要がある。

### III 天敵の保護のための方策

圃場で天敵を保護し、その働きを高める方法として、様々な取り組みが報告されている(DRIESCH and BELLOWS, 1996)。しかし、その中には慣行的な栽培技術と相反するものも少なくない。例えば、不耕起による土中の天敵へのかく乱回避、残さ保存による天敵の温存など、どちらも土壌病害の問題を考慮すると農家が受け入れ難い取り組みである。以下では、現実的な問題から検討を始め、将来的な課題を考えてみたい。

#### 1 農薬の選択的使用

天敵利用の第一歩は、天敵に影響を及ぼす非選択的農薬の使用を避け、選択的農薬を用いることである。しかし、選択的農薬の使用は様々な点から制約されている。その理由として、①その対象害虫あるいは作物対象に登録された選択的農薬が少ない、②遅効的なものが多い、③新規薬剤が多く価格が比較的高い、④殺虫スペクトルの狭さから農家に好まれない、⑤昆虫成長制御剤(IGR)は蚕などへの影響から使用地域が限定されている、などが考えられる。①の問題は、非選択的農薬の散布時期や処理方法などを工夫して天敵への影響を軽減する、つまり生態的选择性を付加することで解決できる。例えば、アブラムシ類に高い殺虫効果を有するイミダクロプリドは非選択的農薬であるが、定植時に粒剤を植え穴処理することでヒメハナカメムシ類への直接的な影響を回避できる(嶽本ら, 1998)。また、定植時から問題となるマメコガネやカスミカメムシに対しては選択的農薬はないため、比較的残効の短い殺虫剤を発生株および

その周辺株に限りスポット処理する。②の問題は、農家が害虫の発生をモニタリングする必要がある。③や④の問題はIPM体系を組むことで農薬の大幅な低減ができれば解決できる。露地ナスでのヒメハナカメムシ類を保護したIPM体系では、ミナミキイロアザミウマを対象にした農薬の散布回数は0回から数回で、慣行防除の20回に比べ大きく低減された(TAKEMOTO and OHNO, 1996)。なお、最近では選択的農薬の種類も増えつつある。露地ナスでの定植時のアブラムシ防除にはピメトロジン粒剤が、ミナミキイロアザミウマの防除にはクロルフェナピル水和剤が利用できる。

一般的に、選択的農薬つまり天敵に影響のない農薬とは、生理学的選択性のことを指している。しかし、天敵に全く影響がない薬剤でも、それが対象害虫に対して極めて高い殺虫効果を有する場合、つまり天敵の餌個体群が死滅してしまうほどの効果を有する場合には、餌不足による天敵個体群の絶滅や他の圃場への移出も考えられる。選択的農薬が天敵の働きをかく乱する要因となっていないか、この疑問は天敵利用を目的とした研究で常に意識すべき問題である。

#### 2 代替餌

一般に、多くの捕食者や捕食寄生者では害虫が定着してから天敵が定着するまでの間の時間的な遅れがあり、これが害虫に対する密度抑制能力に限界をもたらしている。また、対象害虫の密度が低下した場合には、天敵の死亡、増殖率の低下、圃場外への移出などによって、対象害虫の密度が上昇することさえ考えられる。したがって、圃場内で代替餌が確保され、天敵個体群が維持されれば、より安定したIPM体系が可能になる。

露地ナスでは、ヒメハナカメムシ類が定着する6月ごろにネギアザミウマやダイズアザミウマなどを含む7種のアザミウマ類がナスの葉で増殖している(TAKEMOTO and OHNO, 1996)。施設ナスの栽培が終了し、ミナミキイロアザミウマが飛来する7月上旬には、他の害虫ではないアザミウマ類とともにナス株上でのヒメハナカメムシ類の密度は上昇している(図-2)。調査した筑紫野市や前原市では、ミナミキイロアザミウマ密度の増加は観察されなかったが、慣行防除圃場ではミナミキイロアザミウマ密度の急激な増加が認められた。このことから、天敵を保護した圃場では害虫ではないアザミウマ類を捕食しながら増殖したヒメハナカメムシ類がミナミキイロアザミウマの密度を抑制したと考えられる。

地上徘徊性捕食者に生息場所を提供し、捕食者密度を向上させる方法として敷きわらによる畝のマルチが有効と報告されているが、この方法は代替餌の供給源として

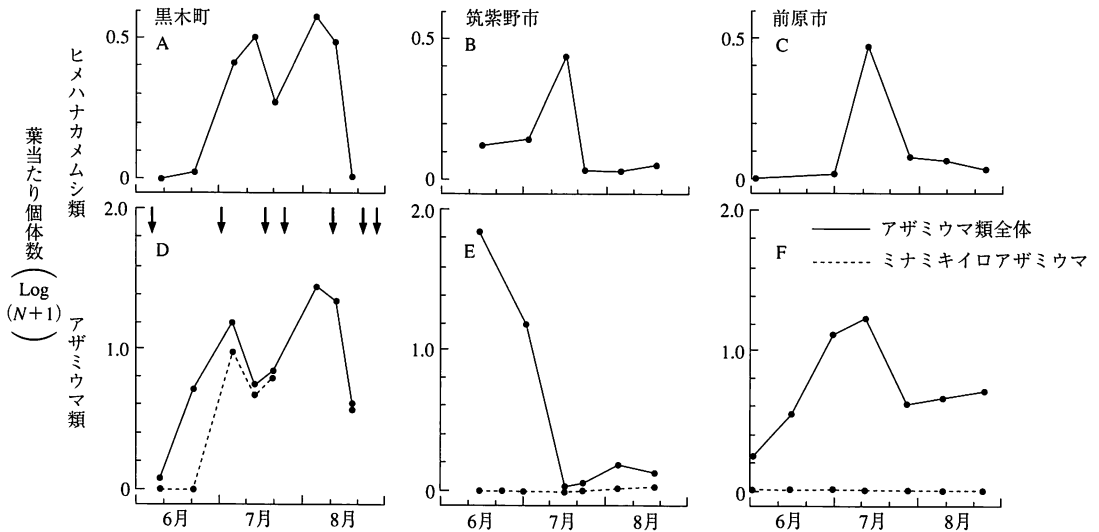


図-2 露地ナス IPM 圃場におけるアザミウマ類とヒメハナカメムシ類の密度の推移  
 矢印はミナミキイロアザミウマを対象にした防除, TAKEMOTO and OHNO (1996) を一部改変。

も有用である (SYMONDSON et al., 1996)。露地野菜での敷きわらマルチが慣行栽培的に見て可能かどうかという問題はありますが、捕食性天敵個体群を保護活用する意味では大変興味深い。また、寄生蜂では圃場周辺の雑草などに生息する代替寄主が天敵の増殖率や越冬期の生存率向上に寄与し、圃場内での高い寄生率を可能にしている例が POWELL (1986) にまとめられている。ただし、エルブアブラバチでは寄主転換がその後の寄生蜂の能力を低下させることも知られている (CAMERON et al., 1984)。このような天敵の連合学習が有効性にどのように影響するかという問題も踏まえながら、代替餌の利用技術に関する研究を進める必要がある。

3 生息場所

ヨーロッパでは圃場周辺の雑草や生け垣が天敵の生息場所として注目されてきた。我が国および東南アジアの農業生態系の特徴は水田の存在と、それが多様な露地野菜圃場や野菜施設と混在している点である。農生態系全体を大きな混植 (mix culture) 栽培ととらえれば、地域全体で天敵を保護し、利用するような取り組みも考えられる。エンドウ圃場では、非選択的農薬によるかく乱がなければ、ナモグリバエを寄主として多種多様な土着寄生蜂類が増殖しており、ハモグリバエ類の天敵供給源として貴重な存在となっている (大野ら, 未発表)。

ミナミキイロアザミウマの有力な天敵であるヒメハナカメムシ類では、露地ナス圃場周辺の生息場所が重要な役割を担っていることが明らかとなっている (OHNO and TAKEMOTO, 1997)。ナス圃場では3種が混在し、ナ

表-1 ナス株上におけるヒメハナカメムシ類の種構成

採集日	相対頻度 (%)			標本数 (雄数)	周辺環境
	ナミヒメ ハナ カメムシ	コヒメ ハナ カメムシ	ツヤヒメ ハナ カメムシ		
	'93年6月23日	50.0	25.0		
8月19日	76.0	24.0	0	25	〃
'94年6月20日	80.0	0	20.0	5	〃
7月4日	78.9	5.3	15.8	19	野菜圃場
7月5日	67.7	25.8	6.5	32	水稻圃場
7月7日	80.0	0	20.0	10	野菜圃場
7月15日	64.7	35.3	0	16	〃
7月22日	91.7	8.3	0	32	〃
8月22日	80.0	20.0	0	10	水稻圃場
9月4日	70.4	25.9	3.7	27	〃
9月5日	44.0	56.0	0	25	〃
9月14日	87.5	12.5	0	24	〃
10月3日	61.1	38.9	0	18	〃

OHNO and TAKEMOTO (1997) を一部改変。

ミヒメハナカメムシ (*O. sauteri*) が最優占種で、次にコヒメハナカメムシ (*O. minutus*) が約25%を占める (表-1)。地域によっては8月下旬以降にツヤヒメハナカメムシ (*O. nagaii*) が優占種となる場合もあるが、ほとんどの時期はナミヒメハナカメムシが優占している。一方、ナス圃場周辺の白クローバーでは、ヒラズハナアザミウマを含む多数のアザミウマを餌としてヒメハナカメムシ類が発生しており、その約9割がナミヒメハナカメムシであった (表-2)。また、水田および畦のイネ科雑草やギニアグラスでは、ツヤヒメハナカメムシが優占

種であった。露地ナス圃場は水田と隣接していることも多く、水田での非選択的農薬の散布は水田に生息するヒメハナカメムシ類のみならず、周辺の生息場所や露地ナスのヒメハナカメムシ類に影響を及ぼす可能性が高い。福岡県内で取り組んだ露地ナスのIPMでは、水田で選択的農薬を散布し、畦畔の白クローバーを残すなどの農家の協力もあった。

#### 4 植生管理

圃場やその周辺に代替餌がない場合には、餌あるいは寄主の密度低下は天敵の増殖、定着や移出に大きく影響すると考えられる。植生管理は代替餌や代替寄主の供給、成虫の餌、生息場所を提供するという意味で重要である。表-3には間作や混作などの栽培管理が寄生率向上に寄与する例を示している。この例では露地ナスで天敵の働きが十分ではなかった鱗翅目害虫やアブラムシ類の例もあり大変興味深い。各国で報告されている様々な

植生管理技術については、我が国の農業実態や環境に即した形での修正も必要であり、そのためには現地農家圃場での各種害虫や天敵の発生実態や周辺植生の把握が不可欠である。農家圃場の実態に詳しく、減農薬栽培への取り組み意欲の高い普及員と連携しながら、圃場試験を続けるのも一つの方法である。露地ナスでは、埼玉県で農道に白クローバーを播種し、ヒメハナカメムシ類の生息場所を確保する取り組みも始まっている(島山, 2000)。

露地野菜での植生管理は天敵の保護とは別の観点からも重要である。福岡県内の実証試験(TAKEMOTO and OHNO, 1996)では、施設ナス栽培地帯の露地ナス圃場でミナミキイロアザミウマの飛び込みが多すぎるため、選択的農薬を10回近く散布する場合もあった(図-2のD)。岡山農試の永井(1999)は、露地ナス圃場を囲むように防風対策として栽培されたソルゴーによって、ミナミキイロアザミウマの圃場への飛び込みが減少できることを報告している。障壁作物は施設ナス栽培地帯での露地ナスIPM体系の安定性に大きく寄与している。ソルゴーを障壁作物とした露地ナス栽培は京都府の乙訓普及センター管内で広く普及している。障壁作物(barrier crop)やオトリ作物(trap crop)はダイズ害虫のカメムシ対策としてその有効性が検討されている(刑部・本多, 2002)。実質的な圃場面積を減らすという問題はあがるが、取り組みやすさからアブラムシ類や鱗翅目害虫の防除に農家レベルで様々な作物が使われている。害虫の発生を抑制するという本来の目的に加え、天敵の発生場所を確保するようリザーバー的な役割も加えれば、露地野菜での天敵の働きを補完できる強力な技術となる。

表-2 クローバー上におけるヒメハナカメムシ類の種構成

採集日	相対頻度 (%)			標本数 (雄数)
	ナミヒメ	コヒメ	ツヤヒメ	
	ハナ カメムシ	ハナ カメムシ	ハナ カメムシ	
'94年6月29日	91.9	0	8.1	34
7月4日	92.9	7.1	0	14
'95年6月9日	72.7	0	27.3	22
16日	89.5	0	10.5	19
16日	100.0	0	0	10
29日	100.0	0	0	15
7月5日	91.1	0	8.9	56
7日	87.5	0	12.5	32
13日	100.0	0	0	23
13日	100.0	0	0	19

OHNO and TAKEMOTO (1997) を一部改変。

表-3 栽培管理の工夫による寄生蜂の寄生率の向上例

寄生蜂	害虫	作物	栽培管理
オナガヒメバチの一種 ( <i>Macrocentrus ancyliivorus</i> )	イチゴカキバヒメハマキ ナシヒメシンクイ	イチゴ ナシ	間作
タコゾウチビアメバチ ( <i>Bathyplectes curculionis</i> )	アルファルフアタコゾウ ムシ	アルファルフア	刈り取り時期のタイミング
アブラコバチの一種	アブラムシ類	アルファルフア	条刈り
アブラバチの一種 ( <i>Lysiphlebus testaceipes</i> )	ムギミドリアブラムシ	コムギ, ソルガム	耐虫性品種
ホソハネヤドリコバチの一種 ( <i>Anagrus</i> sp.)	ヒメヨコバイの一種	豆	トウモロコシとの混作
タマゴバチの一種 ( <i>Trichogramma</i> spp.)	タバコガの一種	ダイズ	トウモロコシとの混作

POWELL (1986) を一部改変。

#### IV 農家への技術移転と普及

研究レベルで確立された天敵利用が普及するか否かは、その技術の有効性は当然であるが、ユーザーともいえるべき農家への技術移転の方法とその後の支援体制にも大きく依存するように思われる。福岡県で取り組んだ農家圃場での調査は普及員や農協の指導員も関わった実証圃場的なものであった。実証試験を実施した露地ナス産地では IPM 体系が農家に受け入れられ、普及した。しかし、現在は IPM 体系として取り組んでいる農家は少なく(嶽本, 私信), 岡山県の状況も同じである(永井, 私信)。

なぜ天敵を活用した露地ナスでの IPM 体系が存続しなかったかを議論するための資料はない。しかし、数年ごとに異動する普及センターでは人が変わると取り組みの内容も変わる。ソルゴーの障壁作物を配した露地ナス IPM 体系が普及している京都府乙訓普及センター管内では、前任者の熱心な指導が後任者に引き継がれたという。圃場で生じる様々な問題に答えることのできるアドバイザー的な人材の配置は理想であるが、現行の体制では現実的に不可能なように思える。天敵およびそれを補完する各種防除技術の新しい情報を農業試験場から普及センター経由で農家に伝えることも重要である。しかし、それ以上に技術の受け手である農家のレベルをあげるような取り組みが必要かもしれない。福岡県での取り組みの反省点は、農家が天敵を観察する姿勢や定期的に天敵利用を考える集まりを組織できなかったことである。生態系に生息する生物群集を相手にする天敵利用では、圃場やその周辺環境を観察できる農家を育てることも大切である。

アジアの稲作では、FAO の指導のもとに農家のための青空学校 (farmer field school) が確立され、IPM 促進に大きな役割を果たしている。さらに、この取り組みはフィリピン政府と地方大学の協力により露地キャベツ栽培でも実施されている (WAAGE, 1996)。その技術は、選択的農薬としての BT 剤の利用と、幼虫寄生蜂のセイヨウコナガチビアメバチの導入と保護からなる。各地域から集まった農家はグループごとに IPM 体系の実証圃場でキャベツを栽培し、定植から収穫までの一連の過程で様々な IPM 技術を体験するというものである。天敵を観察することで、農家レベルで生物的防除のスペシャリストが育てられる。こうした取り組みをそっくり我が国で進めることは難しいかもしれないが、普及センタ

ーや農業試験場、地方大学を含めた地域的な取り組みとして新しい方策を考えていく必要がある。宮崎県の清武町では、大学と栽培農家グループが栽培地域に実験圃場と施設を共同で作成し、天敵を利用した IPM 体系の実証試験を始めている。

#### おわりに

施設栽培の天敵利用を含め、環境保全型あるいは環境に優しい農業技術という言葉が使われるようになって久しい。単位面積当たりの収益が少ない露地野菜では、自然に発生する天敵を保護、利用する技術は大変魅力的と思われる。また、地域の天敵資源を利用した IPM 技術は、海外からの天敵導入や国内での天敵移動に伴って生じるであろう生物多様性への影響を軽減するという意味でも重要である。最後に、ソルゴー利用圃場を案内いただいた京都府乙訓普及センターの小宅 要氏、露地ナスでの IPM の普及状況を紹介いただいた福岡県農業総合試験場の嶽本弘之氏、岡山県農業試験場の永井一哉博士、アブラナ科野菜での普及状況を紹介いただいた埼玉県農林総合研究センターの根本 久博士に厚くお礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) CAMERON, P. J. et al. (1984) : Bull. Entomol. Res. 74: 647~656.
- 2) 畠山修一 (2000) : 現代農業 6: 98~104.
- 3) 伊賀幹夫 (1997) : 応動昆 41: 195~199.
- 4) 河本賢二・河合 章 (1988) : 九病虫研会報 34: 52~54.
- 5) 永井一哉ら (1988) : 応動昆 32: 300~304.
- 6) ——— (1990) : 同上 34: 109~114.
- 7) ——— (1991) : 同上 35: 283~289.
- 8) ——— (1999) : 近畿中国における新技術 34: 45~46.
- 9) 根本 久 (1995) : JARQ 29: 25~29.
- 10) NODA, T. et al. (2000) : Appl. Entomol. Zool. 35: 557~563.
- 11) 刑部正博・本多健一郎 (2002) : 応動昆 46: 233~241.
- 12) 大野和朗ら (1995) : 福岡農総試研究報告 14: 104~109.
- 13) OHNO, K. and H. TAKEMOTO (1997) : Appl. Entomol. Zool. 32: 27~35.
- 14) POWELL, W. (1986) : In Insect Parasitoids (WAAGE, J. and D. GREATHEAD eds.), Academic Press, London, pp. 319~340.
- 15) SMITH, S. M. (1996) : Annu. Rev. Entomol. 41: 375~406.
- 16) SYMONDSON, W. O. C. et al. (1996) : J. Appl. Ecol. 33: 741~753.
- 17) 嶽本弘之ら (1998) : 福岡農総試研究報告 17: 97~101.
- 18) TAKEMOTO, H. and K. OHNO (1996) : In Proceedings of the International Workshop on Pest Management Strategies in Asian Monsoon Agroecosystems, Kumamoto, pp. 235~244.
- 19) 宇根 豊ら (1989) : 減農薬のための田の虫図鑑, 農文協, 東京, 86 pp.
- 20) van DRIESCH, R. G. and T. S. BELLOWS, Jr. (1996) : Biological Control, Chapman & Hall, New York, 539 pp.
- 21) WAAGE, J. (1996) : Entomophaga 41: 315~332.