

第1章 緒言

近年、施設園芸や貿易の拡大に伴い、様々な国や地域から害虫が人為的に持ち込まれるケースが急増している(桐谷ら, 2011)。また最近の試算では、地球上の平均気温は2100年までに1.4~5.8℃上昇すると予想されており(IPCC, 2001)、このような地球温暖化現象は、害虫を含めた昆虫の分布域の変化や世代数の増加、寄主植物との同時性のずれ等に影響を及ぼしつつある(Yamamura and Kiritani, 1998; Yukawa, 2000; Kiritani, 2006)。これらの現状を踏まえ、我が国における農作物の病害虫管理をめぐる問題は、今後さらに複雑化かつ多様化することが予想される。一方、全世界的な異常気象の頻発に加え、世界人口の増加に伴う中長期的な食料需給の不安定化も懸念されている状況下(農林水産省, 2011)、食料自給率が約40%と低い日本においては、食料の安定的な増産に向けた取り組みが喫緊の課題となっている。しかし、我が国では農業の担い手の高齢化と減少が著しいため、自給率向上に向けた農業生産の規模拡大をはかるうえでは、省力的な農業技術の速やかな開発と普及が必須である。

食料の安定的な増産に貢献しうる集約的な栽培が可能な施設園芸の特長として、作物を定植する時点ではほぼ完全に害虫が存在しない状態で栽培を開始できることや、風雨の影響なく適切に温度管理できる隔離環境であること(van Lenteren, 1995)等が挙げられる。しかし、作物の生育に適した施設内の環境条件は害虫の発育や増殖にも適している場合が多く、野外から隔離された施設では土着天敵の密度も低いため、一度害虫が侵入すると、野外よりも急速かつ指数関数的に増加する。このため、施設園芸ではこれら害虫の防除を目的として殺虫剤が多用される傾向があり、その結果、害虫の殺虫剤抵抗性も発達しやすい(矢野, 2003a)。

このような施設園芸で特に重要視されるのは、ハダニ類、アブラムシ類、アザミウマ類、コナジラミ類等の吸汁性微小害虫である(矢野, 2003a)。このうち、アザミウマ類、コナジラミ類及びアブラムシ類には植物ウイルスの媒介者も多く含まれており、その管理はウイルス病の防除対策としても重要であるが(本田, 1988; 本多, 2000; 本多, 2006; 片山, 2006)、殺虫剤に対する抵抗性を発達させている種が多いため、化学的防除がきわめて困難である。

一方、近年は食の安全・安心や環境に配慮した生産活動に対する消費者の関心が高まっており、これらに対応するため、生産者からは、農作物の生産性及び品質の維持と、減農薬・減化学肥料等環境負荷の低減化との両立が可能なIPM (Integrated Pest Management: 総合的病害虫・雑

草管理)の確立が強く要望されている(梅川ら, 2005; 宮井ら, 2009)。前述したように、生産現場では薬剤抵抗性を発達させた難防除害虫の発生が多いため、化学的防除法のみに依存せず複数の防除法を組み合わせるIPMは、その効果的な対策としても有望視される。

現在の施設園芸におけるIPMは、各作物のすべての主要病害虫を対象に、天敵利用を含む生物的防除手段を基幹技術として組み立てられており(矢野, 2003a)、IPM実践圃場では大量増殖した天敵昆虫等の放飼や微生物資材の散布等が行われている。我が国では、増殖させて圃場に放飼する天敵については、特定防除資材として認められる場合を除きすべて農薬登録が必要であり、2010年現在、18種類の昆虫及びダニ由来の生物農薬が登録されている(桐谷ら, 2011)。これらの中には餌種または寄主の範囲が狭く、複数種の害虫に対応できない種も多く含まれる。しかし農作物上では複数種の害虫が同時に発生して被害を及ぼすことが多いため、このような場合には、各害虫に対応できる複数種の天敵の併用や、他の害虫管理手段への切り替え、天敵と他の害虫管理手段との組み合わせ等により対応する必要がある(矢野, 2003a; 後藤, 2006)。これに対し、高密度餌種への餌の切り替え等が可能な広食性の天敵は、高密度の害虫を効果的に制御するとともに、他の餌種の密度次第では、対象害虫が低密度である条件下でも、密度が不安定に低下することなく害虫制御能力を維持することができる(市岡・松本, 2009)。また、野外で1種の広食性捕食者を用いて行われた生物的防除の実験では、そのうち約75%の例で広食者により効率的に害虫が防除されている(Symondson et al., 2002)。そこで近年は、特定の害虫種に高い密度抑制効果を発揮する狭食性の天敵だけではなく、単独で複数種害虫に対応できるスワルスキーカブリダニ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (ダニ目:カブリダニ科) やタイリクヒメハナカメムシ *Orius strigicollis* (Poppius) (カメムシ目:ハナカメムシ科)等の広食性天敵の利用も広がりがつつある(岡林, 2003; 柿元ら, 2007; 柴尾ら, 2009)。一方、導入天敵の利用場面では、対象外の餌生物に対する捕食や寄生、同じ種群を餌として利用する土着種に対する生態的影響等が懸念されてきた(Howarth, 1991)。1992年には生物多様性条約が発効し、このような外来生物による生態系への影響は、国際的に広く社会から注目されるようになってきている。我が国で初期に実用化された生物農薬は、ほとんどが外国産の種を海外で増殖させて輸入したものであった(桐谷ら, 2011)。しかし、花粉媒介昆虫として輸入され施設園芸で利用されてきたヨーロッパ原産のセイヨ

ウオオマルハナバチ *Bombus terrestris* L. (ハチ目：ミツバチ科)の野生化と在来種への影響の問題(五箇, 1998; 鷺谷, 1998)や2005年の外来生物法施行が契機となり, 我が国においても外来生物の導入が環境に及ぼす影響に対する社会的な関心が大きく高まった. このような状況下, 従来から用いられてきた導入天敵のみではなく, アザミウマ目シマアザミウマ科のアリガタシマアザミウマ *Franklinothrips vespiformis* (Crawford) (井村, 2003; 清水ら, 2004)やコウチュウ目テントウムシ科のナミテントウ *Harmonia axyridis* (Pallas) (手塚, 2003; 世古, 2009), ハチ目ヒメコバチ科のハモグリミドリヒメコバチ *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (下元, 2005), ダニ目カブリダニ科のキイカブリダニ *Gynaeseius liturivorus* (Ehara) (古味, 2009; Mochizuki, 2009)等, 地域資源である土着天敵を生物的防除資材として積極的に利用する動きが活発化している.

カメムシ目オオメカメムシ科 (Geocoridae) オオメカメムシ亜科 (Geocorinae) に属する種は, ハチ目, ハエ目, コウチュウ目, カメムシ目, チョウ目, アザミウマ目, ダニ目等を餌とする広食性の捕食者として知られている (Crocker and Whitcomb, 1980; Mukhopadhyay and Ghosh, 1982; Readio and Sweet, 1982). 海外では, 北米に生息する *Geocoris punctipes* (Say) を中心として研究が進んでおり, その捕食特性や休眠特性 (Eubanks and Denno, 1999, 2000a, b; Ruberson et al., 2001), 人工飼料

による飼育 (Cohen, 2000a), 農薬の影響 (Elzen, 2001) 等多くの知見が蓄積されている. また本種群は, アメリカでは多くの農業生態系において最も密度の高い捕食性天敵として, IPMにおける活用が模索されているほか (Crocker and Whitcomb, 1980; Sweet, 2000), 施設内のテンサイに寄生させたモモアカアブラムシ *Myzus persicae* (Sulzer) (カメムシ目:アブラムシ科)を対象とした *Geocoris bullatus* (Say) の防除効果試験では, その放飼によりアブラムシを低密度に抑制できることも報告されている (Tamaki and Weeks, 1972).

日本には, オオメカメムシ亜科に属する種として, Fig.1-1に示したオオメカメムシ *Geocoris varius* (Uhler), ヒメオオメカメムシ *Geocoris proteus* Distant, ツマジロオオメカメムシ *Geocoris ochropterus* (Fieber) 及びクロツヤオオメカメムシ *Geocoris itonis* Horváthの4種のほか, チビオオメカメムシ *Geocoris jucundus* (Fieber) を含めた5種の生息が記録されている (Aukema and Rieger, 2001; Miyamoto et al., 2003; 石川ら, 2012). このうち, オオメカメムシ及びヒメオオメカメムシは, 本州, 四国及び九州等の平坦地に広く生息し (安永ら, 1993), オオメカメムシについては, カメムシ目, コウチュウ目, ハエ目及びハチ目等 (大野, 1955; 渡辺, 1975; 行徳, 1980; 安永ら, 1993; 務川ら, 2006), ヒメオオメカメムシについてはダニ目, カメムシ目及びハチ目等 (安永ら, 1993), 農業害虫を含めた多様な生物種に対する捕食が観察されてい

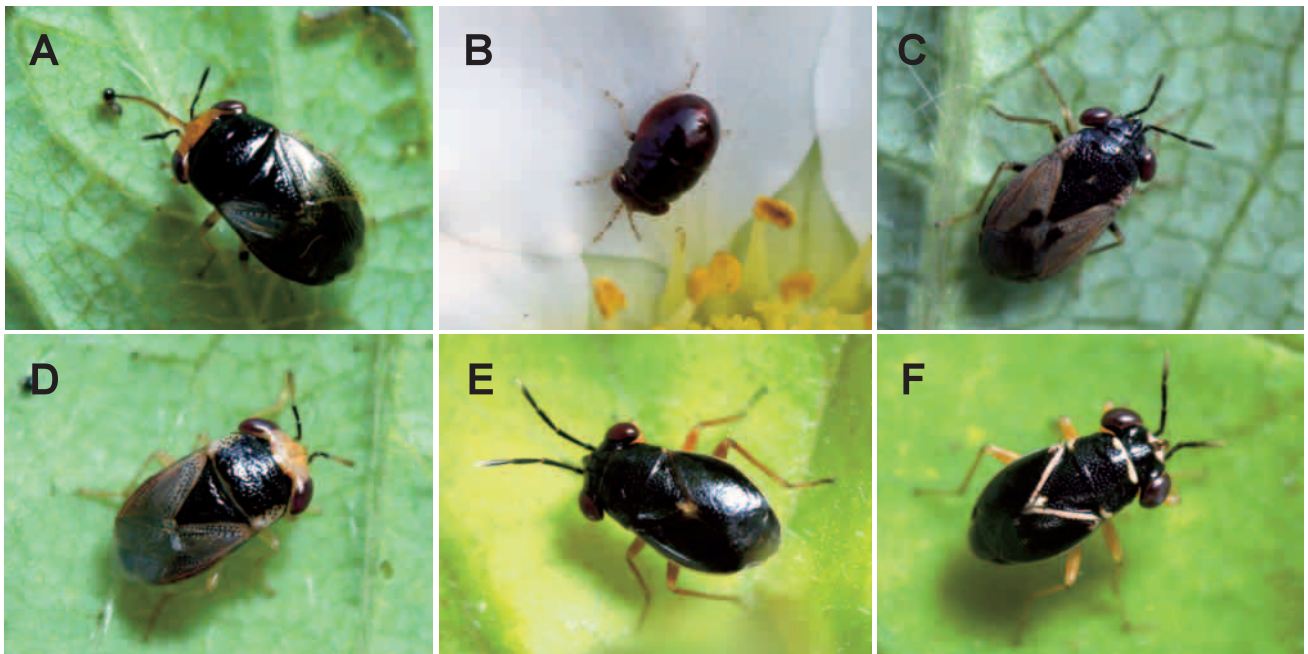


Fig. 1-1. Japanese big-eyed bugs. A: *Geocoris varius* (Uhler) female adult. B: *G. varius* 3rd instar. C: *G. proteus* Distant female adult. D: *G. ochropterus* (Fieber) male adult. E: *G. itonis* Horváth female adult. F: *G. itonis* male adult.

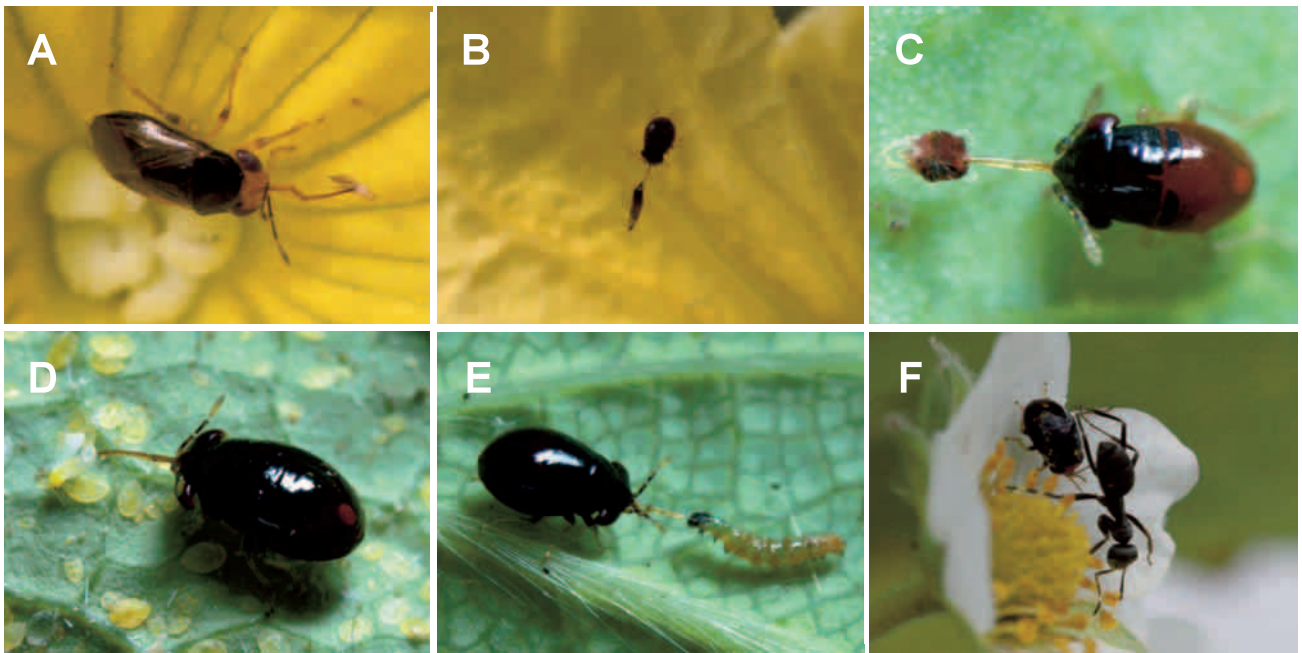


Fig. 1-2. Predation for some prey species by *G. varius*. A: Adult feeding on *Frankliniella occidentalis* adult. B: 1st instar feeding on *Frankliniella intonsa* adult. C: 1st instar feeding on *Tetranychus kanzawai* adult. D: 5th instar feeding on *Bemisia tabaci* adult. E: 3rd instar feeding on *Helicoverpa armigera* 1st instar. F: 5th instar feeding on ant.

る (Fig.1-2)。

以上のように、オオメカメムシ及びヒメオオメカメムシは我が国の広い範囲に生息する土着天敵であり、導入天敵で懸念されるような問題が発生する恐れが少ないうえ、広食性であるため、同所的に存在する複数種の害虫への捕食が期待される。すなわち両種が生物的防除資材として実用化されれば、前述した我が国の天敵利用が抱える問題点の解決に繋がる可能性がある。また両種は、現在生産現場で多く用いられているカブリダニ類等と比較して大型であり、圃場に放飼した場合にはこれら既存の天敵よりも容易に観察可能であると予想される。放飼した天敵を栽培圃場に定着させることは天敵利用の成否を分ける要点の1つであり、生産者にとって、放飼した天敵の定着の確認は非常に重要な作業であるため、容易に観察できることのメリットは大きい。また、前述のように担い手の高齢化が進むなかで新たに開発する省力化技術としての観点からも、大型で見やすい天敵とその利用技術は歓迎されると考えられる。

しかし、オオメカメムシ及びヒメオオメカメムシの生理生態に関する知見は乏しく、飼育法が確立されていないため、園芸作物害虫の天敵として機能評価や、生物的防除資材としての両種の利用は困難である。そこで、施設園芸の

生産現場における課題の解決に繋がる可能性がある新たな生物的防除資材としての利用の可否について検討するため、本研究において両種の飼育法を確立し、捕食能力等の基礎的な生態を明らかにするとともに、両種を作物圃場に放飼した場合の害虫防除効果を検討することとした。

第2章では、オオメカメムシを対象として野外における産卵特性を調査するとともに、チョウ目害虫の卵のみを与えた場合のオオメカメムシ及びヒメオオメカメムシの発育や捕食量、人工物に対する産卵特性等を明らかにし、以上に基づいて両種の累代飼育法の開発を行った。第3章では、異なる温度条件下における両種幼虫の発育特性及び26℃条件下における両種成虫の産卵特性を調査した。第4章では、施設園芸害虫4種に対する両種幼虫の捕食能力を明らかにした。第5章では、大量増殖したオオメカメムシ及びヒメオオメカメムシをそれぞれ害虫が発生したイチゴ及びスイカに放飼して定着性と害虫防除効果を検討したうえ、総合的な観点から害虫防除資材として有望視されるオオメカメムシに研究対象を絞り、ピーマンでの害虫防除効果をあわせて検討した。第6章では、以上の研究等によって得られた知見や今後の課題等を整理し、オオメカメムシを用いた施設園芸害虫の管理について考察した。