

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：17601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580078

研究課題名(和文)植物の分泌物質がヒメハナカメムシ類の繁殖や生存に及ぼす効果

研究課題名(英文)Effects of okra pearl body on survival and reproduction of Orius spp.

研究代表者

大野 和朗 (Ohno, Kazuro)

宮崎大学・農学部・准教授

研究者番号：10203879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：農薬に高度の抵抗性を発達させたアザミウマ類の捕食性天敵であるヒメハナカメムシ類の生存や繁殖にオクラの分泌物である真珠体が重要な働きをすること、露地ナス圃場にオクラを植栽することで、ヒメハナカメムシ類等の天敵ほ働きが安定することを、世界で初めて明らかにした。室内実験により、真珠体そのものは動物質餌と同等の効果はないが、補助的な餌として、動物質餌が少ないとき、天敵の幼虫の体サイズが小さく、餌を捕獲できないときに、天敵の生存を高め、結果的に天敵個体群の持続性の向上につながると考えられた。圃場調査から、ナス上で餌昆虫(アザミウマ)がいなくなっても、ヒメハナカメムシ類の発生は続くことが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Pirate bugs, Orius spp. are promising natural enemies of thrips which have developed high resistance to many insecticides. In the present study, effects of pearl body secreted by okra on the survival and reproduction of Orius spp. adults and nymphs were examined. Early nymphs fed on pearl body could survive but not grown to adults. However, nymphs and adults survived at extremely lower prey density by feeding on the pearl body. Okra planting in eggplant fields enable Orius populations to persist sustainably, leading to a good and stable control of thrips in eggplant open-fields.

研究分野：害虫管理・生物的防除

科研費の分科・細目：農学 応用昆虫学

キーワード：IPM 保全的生物的防除 環境保全型農業 捕食性天敵 天敵温存植物 露地ナス 減農薬農業

### 1. 研究開始当初の背景

ヒメハナカメムシ類 *Orius* spp. はアザミウマ類の有力な捕食性天敵として、露地栽培や施設栽培の IPM 体系において利用が進められてきた(永井, 1991; 大野ら, 1995; 大野, 2009)。ヒメハナカメムシ類はアザミウマ類に対する密度抑制能力という点ではすぐれているが(永井, 1990; 柿元, 2007)、飢餓耐性の低さゆえに、餌種の密度低下に大きく影響され、個体群の持続性は低いと考えられる。圃場のヒメハナカメムシ類個体群の持続性を高めることは、アザミウマ類に対する安定的な密度抑制を実現するために不可欠と考えられる。

単植栽培(モノカルチャー)の圃場では、餌不足によって天敵の個体群が減少しやすいため、土着天敵による十分な密度抑制効果を得ることが難しい。これを解決するためには、土着天敵が必要とする栄養源や代替餌、生息場所を提供できるような生息場所管理が重要となる(Landis et al. 2000; 大野, 2009)。一般に花粉や花蜜に富む植物は天敵成虫の温存植物(インセクタリアープランツ)として有効であることが、近年明らかになってきた。天敵を保護するだけでなく、天敵の働きを強化することで、安定的かつ効果の高い IPM 体系の確立が可能になると期待されている。圃場に天敵を呼び込み、圃場内での持続性を高め、能力の向上を可能にするような植栽管理が求められている。

### 2. 研究の目的

広食性捕食者(ジェネラリスト)として知られているタイリクヒメハナカメムシ成虫の繁殖や生存に、オクラの分泌物である真珠体がどのような効果を有するのか、またオクラを植栽することによって、ヒメハナカメムシ類個体群の安定性や害虫ミナミキイロアザミウマに対する効果が向上するか否かを明らかにする。

### 3. 研究の方法

室内実験において、真珠体、アザミウマ幼虫、オクラの芽などを組合せてタイリクヒメハナカメムシ幼虫の発育、成虫の生存率と繁殖を調べた。また、露地ナス圃場の周縁部などにオクラを植栽し、天敵および害虫の密度推移を調査した。天敵温存植物オクラと対象作物ナスの間でのタイリクヒメハナカメムシの移動を解明する試みして、タンパク質マーキングを検討した。

### 4. 研究成果

1) タイリクヒメハナカメムシの代替餌としての真珠体の評価

(1) オクラ真珠体が成虫の生存と発育に及ぼす効果

雌成虫にスジコナマダラメイガ卵(以下、スジコナ卵区)、オクラ真珠体(以下、真珠体区)またはアミノ酸水溶液(以下、アミノ酸区)を与えた場合の生存率の推移を第1図に、その際の産卵数の推移を第2図に示した。

アミノ酸水溶液を与えた区では生存個体数は急激に減少し、すべての成虫が数日以内に死亡し、産卵もほとんど認められなかった。真珠体区では、生存率の低下はアミノ酸区に比べると緩やかで、約50%の成虫が10日前後まで生存し、わずかであるがその間に産卵も認められた。一方、スジコナ卵区では、最初の10日間の死亡率は20%と小さく、50%の成虫が40日目前後まで生存し、産卵は4個前後で最初の20日目まで続いた。その後も産卵数は減少したが、2個前後で40日目まで産卵が続いた。

各区の平均生存日数と総産卵数の平均を第1表にまとめた。スジコナ区では、平均生存日数は30.6日で、オクラ分泌物区の12.8日やアミノ酸水溶液区の3.8日に比べ有意に長くなった(Tukeyの多重比較検定、 $p < 0.01$ )。また、真珠体区の平均生存日数はアミノ酸区に比べ有意に長かった(Tukeyの多重比較検定、 $p < 0.05$ )。スジコナ区では産卵数は99.6卵前後で最も多く、オクラ分泌物区やアミノ酸水溶液区の産卵数に比べ有意に多くなった(Tukeyの多重比較検定、 $p < 0.01$ )。また、オクラ分泌物区での産卵数はアミノ酸水溶液区に比べ3倍以上と多かったが、統計的に有意な差は認められなかった(Tukeyの多重比較検定、 $p > 0.05$ )。

(2) オクラ真珠体が幼虫の生存と発育に及ぼす効果

スジコナ卵を与えた幼虫の生存率と齢数の推移を第3図に示した。10日前後から羽化が始まり、約68.8%の個体が成虫まで発育した。オクラ分泌物を与えた幼虫の生存率と齢数の推移を第4図に示した。幼虫の生存率は4日前後から減少を始め、6日で約50%が死亡した。2齢幼虫期に多くの個体が死亡し、3齢幼虫期を完了することはできなかった。アミノ酸水溶液を与えた幼虫の生存率と齢数の推移を第5図に示した。2日後には75%が死亡し、すべての幼虫が5日以内に死亡した。1齢幼虫期で多くの個体が死亡し、2齢幼虫期を完了することができなかった。

各齢期における発育日数の平均と生存率を第2表に示した。スジコナマダラメイガ卵区のみが成虫まで発育し、羽化日数は10.3日であった。1齢幼虫期に要する発育日数は、オクラ分泌物区がスジコナマダラメイガ卵区よりも有意に長くなった(Tukeyの多重比較検定、 $p < 0.01$ )。以上の結果から、オクラ分泌物はそれ単独では、幼虫の生存、発育に不十分な餌であることがわかった。しかし1齢幼虫に限り、オクラ分泌物を与えることでスジコナマダラメイガ卵と同等の生存率を維持した。また、オクラ分泌物区での平均生存日数は7.1日となり、アミノ酸水溶液区の1.1日より有意に長くなった(Tukeyの多重比較検定、 $p < 0.01$ )。

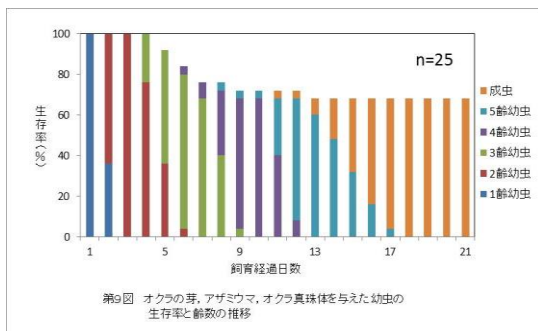
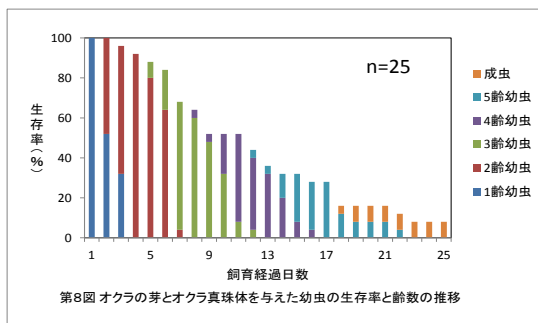
(3) 動物質餌を制限した条件でオクラ分泌物がタイリクヒメハナカメムシ幼虫の生存と発育に与える影響

動物餌を与えず、オクラの芽のみを与えたタイリク幼虫の生存率と齢数の推移を第6図に示した。5日後までに50%以上が死亡し、全ての幼虫が10日以内に死亡した。3齢幼虫期で全ての個体が死亡した。しかし、オクラの芽のみを与えた幼虫の生存率は、実験2でアミノ酸水溶液を与えたそれよりも高い値を示した。

オクラの芽にミカンキイロアザミウマ2齢幼虫を2頭加えた区の生存率と齢数の推移を第7図に示した。ミカンキイロアザミウマ2齢幼虫2頭は、幼虫の発育には不十分な量にあたる。オクラの芽のみを与えた区と比べて生存率が向上したが、7日で約50%が死亡し、最終的な羽化個体は僅かであった。

オクラの芽にオクラ分泌物を加えた区の生存率と齢数の推移を第8図に示した。オクラの芽のみを与えた区と比較して生存率が向上したが、9日で約50%が死亡し、少量のアザミウマを加えた区と同様、最終的な羽化個体は僅かであった。

オクラの芽に少量のアザミウマとオクラ分泌物の両方を加えた区の生存率、齢数の推移を第9図に示した。オクラの芽、少量のアザミウマ、オクラ分泌物の全てを組み合わせると、68%という高い羽化率を示した。この羽化率は、先の実験でのスジコナマダラメイガ卵を与えた場合と同様であった。



動物餌を制限した条件での各齢期における発育日数の平均と生存率を表3に示した。オクラの芽のみを与えた区では、3齢幼虫期で全ての個体が死亡し、羽化個体はなかった。これに極少量のアザミウマやオクラ分泌物を加えると、生存率が有意に向上したが、羽化個体は僅かであった ( $\chi^2$  検定、Fisher の正確確率検定、 $p < 0.05$ )。オクラの芽に少量のアザミウマを加えた区と、オクラの芽にオ

クラ分泌物を加えた区の間には、有意な生存率の違いは認められなかった。一方オクラの芽、少量のアザミウマ、オクラ分泌物全てを組み合わせた区では、動物餌が極端に少ない条件にも関わらず、68%と高い羽化率を示した ( $\chi^2$  検定、Fisher の正確確率検定、 $p < 0.05$ )。この羽化率は、実験2で十分量のスジコナマダラメイガ卵を与えた結果と同等である。このことからオクラの芽と分泌物が利用できる条件下では、タイリク幼虫は僅かな動物餌を摂取するだけで、成虫まで発育可能であることがわかった。 ( $\chi^2$  検定、Fisher の正確確率検定、 $p < 0.05$ ) 羽化日数においても、オクラの芽、少量のアザミウマ、オクラ分泌物の全てを組み合わせた場合には、他の実験区よりも有意に短い値を示した (Tukey の多重比較検定、 $p < 0.05$ )。オクラの芽にオクラ分泌物のみを加えた区では、オクラの芽にアザミウマを加えた区と比較して、発育日数が長くなる傾向が見られた (Tukey の多重比較検定、 $p < 0.05$ )。

#### 1) インセクタリアープラントとしてのスイートコーンの評価

スイートコーンでは、害虫としてアブラムシ類およびアザミウマ類が、捕食性天敵としてヒメハナカメムシ類、ヒメカメノコテントウ *Propylea japonica* 成虫、ダングラテントウ *Cheilomenes sexmaculatus* 成虫、カブリダニ類、クモ類等が認められたが、以下では発生が多かったヒメハナカメムシ類とアザミウマ類のみを図にまとめた。

キャンベラ花粉保護区でのヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移を第10図に示した。4月25日播種のスィートコーンでは開花が認められた6月21日の調査で、ヒメハナカメムシ類成虫は葉当たり0.7頭の密度であった。しかし、その後は減少し、7月1日以降は観察されなかった (第10図、上段左)。ヒメハナカメムシ類幼虫は成虫発生後の7月1日に葉当たり0.6頭が認められたのみで、7月9日以降は観察されなかった。5月9日播種のスィートコーンでは調査を開始した6月21日に葉当たり0.35頭のヒメハナカメムシ類成虫の発生が認められ、開花を確認した6月27日には葉当たり0.8頭、7月1日には葉当たり1.15頭まで増加した (第10図、中段左)。また、ヒメハナカメムシ類幼虫は4月25日播種のスィートコーンと同様に、成虫の発生後から認められ、7月5日に葉当たり1.35頭まで増加したが、7月17日以降は0.1頭以下で推移した。5月26日播種のスィートコーンでは、開花を確認した7月13日にはヒメハナカメムシ類成虫共に発生が認められたが、最高でも葉当たり0.25頭と低密度であった (第10図、下段左)。アザミウマ類成虫は、いずれの播種日でも葉当たり0.2頭以下、幼虫も葉当たり0.05頭以下と低密度で推移した (第10図、右)。なお、定量的な調査は行っていないが、5月26日播種では他の播種日と比較して、開

花後葉上に残った花粉の量が少なく、株間で開花時期がばらついた。

ピーター花粉保護区でのヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移を第11図に示した。ピーター花粉保護区では、キャンベラ花粉保護区と比較して、いずれの播種日でも雄花（小穂）の開花が遅かった。4月25日播種のスイートコーンでは、開花後の6月27日に葉当たり0.3頭のヒメハナカメムシ類成虫が確認されたが、その後は葉当たり0.05頭以下の低い密度で推移した（第11図、上段左）。ヒメハナカメムシ類幼虫の密度は、開花後の6月27日に葉当たり0.1頭であったが、7月1日に0.55頭まで増加した。この後しばらく0.4頭前後の密度で推移したが、7月13日には0.15頭まで減少した。5月9日播種のスイートコーンでは、ヒメハナカメムシ類成虫の密度が開花前の6月27日に葉当たり0.4頭となり、開花後の7月上旬は0.45頭前後で推移した。しかし、7月17日の調査では認められなかった（第11図、中段左）。ヒメハナカメムシ類幼虫は開花後の7月1日に確認され、7月5日には0.85頭まで増加したが、密度は7月13日には葉あたり約0.1頭まで低下し、7月17日以降はさらに0.05頭以下となった。5月26日播種のスイートコーンでは、開花前の7月13日にヒメハナカメムシ類成虫が認められ、7月17日に0.65頭まで急激に増加したが、その後7月21日には0.25頭まで減少した（第11図、下段左）。ヒメハナカメムシ類幼虫は、成虫発生後の7月17日に認められ、7月21日に0.55頭まで増加した（第11図、下段左）。

4月25日播種のスイートコーンでは、調査を開始した6月21日の時点からアザミウマ類成虫および幼虫は観察されたが、その後密度はしだいに低下し、0.1頭以下の低い水準で推移した（第11図、上段右）。5月9日播種のスイートコーンでも、調査開始時点から成虫が認められ、7月上旬まで0.1頭から0.3頭の間で大きくふれながら推移した。幼虫は6月下旬の調査から認められ、0.1頭前後の密度で推移したが、7月中旬以降はほとんど観察されなかった（第11図、中段右）。5月26日播種のスイートコーンでは、アザミウマ類成虫のみ発生が認められ、幼虫の発生はなかった（第11図、下段右）。なお、キャンベラ花粉保護区と同様に、5月26日播種のスイートコーンでは他の播種日と比較して、開花後も葉上に残った花粉の量が少なく、株によって開花時期に差があった。

キャンベラ花粉除去区とピーター花粉除去区におけるヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移を第12図と第13図に示した。どちらの品種でも、花粉保護区と対照的に除去区では、ヒメハナカメムシ類の発生は非常に少なかった（第12、13図、左）。また、アザミウマ類成虫の発生も非常に少なかった（第12、13図、右）。

キャンベラ 86 での、ヒメハナカメムシ

類とアザミウマ類の発生について、播種日毎に、花粉の有無および調査日を因子とした二元配置分散分析の結果を第3表に示した。ヒメハナカメムシ類成虫の発生には、4月25日播種や5月9日播種では花粉の有無、調査日間で有意な差が認められ、また因子間での交互作用も有意な効果が認められた。しかし、5月26日播種では成虫ともに調査日間で二因子間での交互作用に有意な差は認められなかった。一方、アザミウマ類成虫では花粉の有無、調査日間で有意な差が認められなかったが、成虫の4月25日播種での花粉の有無間、5月9日播種における調査日間でのみ有意な差が認められた。

ピーター610でのヒメハナカメムシ類とアザミウマ類の発生について、播種日毎に、花粉の有無および調査日を因子とした二元配置分散分析の結果を第3表に示した。ヒメハナカメムシ類成虫ともに、花粉の有無、調査日間で有意な差が認められたが、成虫の4月25日播種での花粉の有無、5月26日播種における調査日間で有意な差が認められなかった。一方、アザミウマ類成虫では、花粉の有無、調査日間で有意な差が認められなかったが、5月9日播種の成虫での花粉の有無と、4月25日播種の幼虫での調査日間で有意な差が認められた。なお、5月26日播種の幼虫では発生が認められなかったため検定できなかった。

花粉保護区での、ヒメハナカメムシ類とアザミウマ類発生について、播種日毎に、品種および調査日を因子とした二元配置分散分析の結果を第5表に示した。ヒメハナカメムシ類成虫の品種間には、ほとんどの播種日で有意な差は認められなかったが、成虫では5月9日播種、幼虫では4月25日播種で有意な差が認められた。調査日間で成虫ともにいずれの播種日でも有意な差が認められた。交互作用は成虫で4月25日、5月9日播種、幼虫で5月26日播種において有意な差が認められた。アザミウマ類では成虫ともに、品種間、調査日間で有意な差が認められなかったが、5月9日播種の成虫での品種間でのみ有意な差が認められた。

花粉除去区での、ヒメハナカメムシ類とアザミウマ類の発生について、播種日毎に、品種および調査日を因子とした二元配置分散分析の結果を第6表に示した。その結果、ヒメハナカメムシ類成虫ともに、品種間、調査日間で有意な差が認められず、4月25日播種における成虫の調査日間で、5月26日播種の幼虫での調査日間で有意な差が認められた。また、アザミウマ類成虫でも、品種間、調査日間で有意な差が認められず、成虫の4月25日播種での品種間のみ有意な差が認められた。



## 2) インセクタリアープラントとしてのオクラの評価

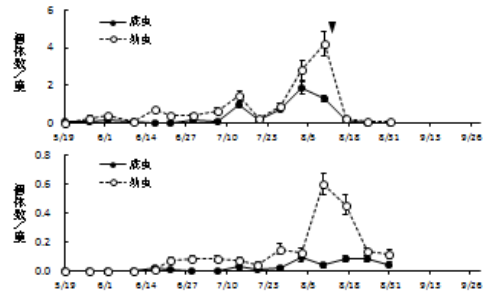
(1) ナスおよびオクラにおけるヒメハナカメムシ類とアザミウマ類の発生

ナスおよびオクラにおけるヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移を第14図、第15図に示した。ナスでは、アザミウマ類成虫が7月14日に葉当たり1.0頭、幼虫で1.4頭が確認されたものの、5月中旬から7月上旬までは低密度で推移した。しかし、7月下旬から8月上旬にかけてアザミウマ類成虫とともに急激に増加し、8月上旬には成虫で葉当たり1.8頭、幼虫で葉当たり4.2頭となった。そのため、8月13日にピリダリル(商品名:プレオ®フロアブル)を散布した。その後8月中旬にはアザミウマ類成虫の密度は葉当たり0.06頭まで低下した(第14図、上段)。ヒメハナカメムシ類成虫は7月中旬までは非常に低密度で推移し、幼虫は約0.07頭前後で推移した。その後、7月下旬からヒメハナカメムシ類成虫の密度は上昇し、8月上旬には幼虫で葉あたり0.6頭と高い密度となり、成虫でも約0.06頭前後で推移した。しかし、8月下旬にはヒメハナカメムシ類幼虫の密度は葉当たり0.1頭まで低下した(第14図、下段)。

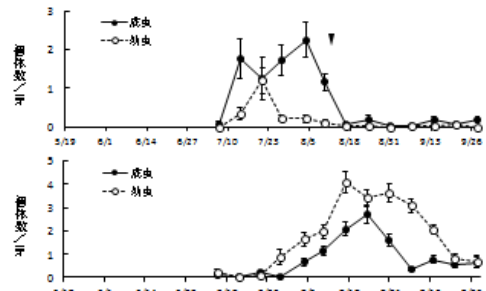
オクラでは7月中旬からアザミウマ類成虫が急激に増加し、7月下旬から8月上旬は芽あたり2.2頭前後で推移した。しかし、その後は低下し、8月17日から9月下旬まで0.2頭以下で推移した(第15図、上段)。アザミウマ類幼虫の密度は7月中旬に増加し、芽あたり1.2頭となったが、その後は低下し、7月下旬から9月下旬まで0.2頭以下で推移した(第15図、上段)。ヒメハナカメムシ類の発生は、アザミウマ類の発生と大きく異なり、またナスでのヒメハナカメムシ類の発生とも大きく異なった。オクラでは、ヒメハナカメムシ類成虫は7月7日の調査で芽あたり0.07頭認められ、7月下旬以降ゆっくりと増加し、8月24日には2.6頭とピークに達した。その後、8月末の調査から低下し、9月上旬から下旬まで芽あたり1頭以下で推移した。(第15図、下段)。ヒメハナカメムシ類幼虫は7月7日の調査で芽あたり0.2頭が認められ、7月下旬から8月中旬にかけて密度は増加を続け、8月17日の調査では芽あたり4頭まで増加した。その後も9月上旬まで芽あたり3頭から4頭の密度で推移し、9月中旬から減少した。9月下旬の調査終了時点でも0.6頭であった(第15図、下段)。

(2) オクラの芽におけるヒメハナカメムシ類成虫の種構成と雌雄の割合

9月5日に採集できたヒメハナカメムシ類成虫は雄5頭、雌11頭、9月7日は雄が3頭、雌が8頭、9月13日は雌7頭であり、合計35頭であった。これらの個体を同定したところ、タイリクヒメハナカメムシ *O. strigicollis* (Poppius) が31頭、ナミヒ



第14図 2011年ナスにおけるヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移(平均±S.E.)  
上段)アザミウマ類 下段)ヒメハナカメムシ類  
↑:は選択的農薬の散布を示す



第15図 2011年オクラにおけるヒメハナカメムシ類およびアザミウマ類の密度推移(平均±S.E.)  
上段)アザミウマ類 下段)ヒメハナカメムシ類  
↑:は選択的農薬の散布を示す

メハナカメムシ *O. sauteri* (Poppius) が4頭であった。オクラの芽におけるヒメハナカメムシ類の雌雄の割合を種別に第16図に示した。タイリクヒメハナカメムシでは31頭のうち、雄が7頭で22.5%、雌が24頭で77.4%であり、雄よりも雌の割合が有意に高かった( $\chi^2$ 検定,  $p < 0.05$ )。ナミヒメハナカメムシでも4頭のうち、雄が1頭で25%、雌が3頭で75%であったが、採集個体数が少なかったため検定できなかった。

(3) オクラ上でのヒメハナカメムシ類の産卵部位および産卵数

オクラ上でのヒメハナカメムシ類の部位別産卵数を第17図に示した。葉および茎での平均産卵数は $0.67 \pm 1.03$  (S.D.)、芽では $12.83 \pm 5.98$ であり、有意に多くの卵が芽に認められた(Scheffeの多重比較検定,  $p < 0.01$ )。さらに、芽に産下された卵を花柄、がく、花芽に分けて調査した結果を第18図に示した。花芽上の平均卵数は $0.03 \pm 0.07$ 、がくでは $0.38 \pm 0.07$ 、花柄では $1.85 \pm 1.52$ であり、有意に多くの卵が花柄に認められた。(Scheffeの多重比較検定,  $p < 0.01$ )。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

大野和朗(2014) 天敵の力をもっと引き出す天敵温存植物. 現代農業 93:294-299.

〔学会発表〕(計13件)

①大野和朗 地域に生息する天敵の利用～環境と人に優しい農業の展開. 第58回日本応用動物昆虫学会大会. 公開シンポジウム

②小森大介・大野和朗・西本 健・北原結花・松原成隆・宮田菜津美・平岡由梨佳 露地ナスでの総合的害虫管理:天敵保護と強化 第87回九州病害虫研究会 熊本大会 2014

年 2 月

③Ohno K. Conservation biological control based IPM: Implementation in open eggplant fields. 5<sup>th</sup> International symposium for the development of Integrated pest management for sustainable agriculture in Asia and Africa. Kota Kinabalu, Malaysia.

④Shigetomi K.、Ohno K., and Hayashi T. (2013) Conservation biological control of thrips: Behavioral response of Orius strigicollis to Okra as an insectary plant. IPM: Implementation in open eggplant fields. 5<sup>th</sup> International symposium for the development of Integrated pest management for sustainable agriculture in Asia and Africa. Kota Kinabalu, Malaysia.

⑤林 知毅・大野和朗 オクラを利用した露地ナスでの保全的生物的防除. 第 22 回天敵利用研究会 倉敷大会 2012 年 12 月

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

出願年月日 :

国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :

発明者 :

権利者 :

種類 :

番号 :

取得年月日 :

国内外の別 :

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/ohnok/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大野和朗 (OHNO, Kazuro)

宮崎大学農学部植物生産環境科学科 准教授

研究者番号 : 10203879