

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	Matthew Tatsuo Kamiyama
論文題目	Assessment of the biological control complex and seasonal phenology of <i>Halyomorpha halys</i> (クサギカメムシの生物的防除およびその季節消長に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>人類の活動により、さまざまな生物が本来の生息地ではない地域に分布を拡大し、侵入地域において大きな経済的損失と生態系の攪乱を引き起こしてきた。個体数の増加抑制に寄与する天敵種の特定や、個体数を把握するための信頼性の高いモニタリング手法の開発は、効率的な生物的防除に必須である。</p> <p>本研究では、北米や欧州の農業システムに深刻な経済的損失を与えている東アジア地域（日本、中国、韓国、台湾）原産の侵略的外来種クサギカメムシ <i>Halyomorpha halys</i> について、個体数管理に必須の基礎的知見である原産地での天敵相を明らかにし、クサギカメムシ個体数のモニタリング手法、発生予察モデルを構築することを目的とした。</p> <p>本論文は全6章から構成される。</p> <p>第1章では、侵略的外来種がもたらす経済的・生態学的影響について概観するとともに、侵略的外来種としてのクサギカメムシについて、生物的防除や個体数のモニタリング手法についての研究の概要を述べた。</p> <p>第2章では、カメムシ類の捕食者として一般的なアリに着目し、クサギカメムシに対する個体数抑制効果について調査した。クサギカメムシと同じ地域に生息する3種のアリに、発育ステージの異なるクサギカメムシを暴露し生存率を比較した結果、アルゼンチンアリに晒された群では、卵・幼虫・成虫のどの発育ステージに生存率が低下したが、キロシリアゲアリ、ハリフトシリアゲアリに晒された群では若齢幼虫でのみ生存率の低下がみられ、卵や成虫では生存率が低下しなかった。この結果から、日本の在来アリによるクサギカメムシの個体数抑制効果は限定的であり、また、外来種であるアルゼンチンアリは有意な個体数抑制効果があるものの生物的防除として導入するには不適であるため、アリによるクサギカメムシの防除は単独では不可能であると考えられた。</p> <p>第3章では、クサギカメムシの卵に寄生する卵寄生蜂について、その種数と野外における寄生率の季節変動を調査した。クサギカメムシの卵を野外に設置し、本種の卵に寄生する7種の卵寄生蜂を特定した。タマゴクロバチ科の卵寄生蜂 <i>Trissolcus japonicus</i> がクサギカメムシの最も主要な卵寄生蜂であり、卵から羽化した寄生蜂の59.7%を占めた。したがって、<i>Trissolcus japonicus</i> はクサギカメムシの生物的防除に用いる天敵として最も有効な種であることが明らかになった。また、寄生率の季節的推移は種ごとに異なっており、全体としては3月から9月まで寄生が行われることが明らかになった。活動期間の異なる複数種の寄生蜂の存在は、クサギカメムシの個体数増加に対する潜在的な抑制効果をさらに理解するために重要であろう。</p> <p>第4章では、クサギカメムシの季節消長を調査することを目的とし、集合フェロモン、白熱灯、紫外線を誘引源として用いたモニタリング手法の間で捕獲効率を比較し</p>			

た。捕獲個体数は7月から10月までの期間は紫外線を用いたトラップが最も多く、11月から6月までの期間は集合フェロモンを用いたトラップが多かった。白熱灯トラップは紫外線と同様の季節変化を示したが、捕獲個体数は紫外線の約半数であった。クサギカメムシの捕獲数は、7月から急激に増加し、9月にピークを迎え、10月に減少することが明らかになった。これらの結果から、クサギカメムシの季節消長をモニタリングするには紫外線トラップが最も適しており、春秋の個体検出にはフェロモントラップが効果的であることが明らかになった。

第5章では、ゼロ過剰負の二項分布（ZINB）モデルおよび一般化加法混合モデル（GAMM）を用いて紫外線誘引トラップの捕獲個体数と、降水量、気温に基づいたクサギカメムシの発生予測モデルの開発をおこなった。モニタリングデータには、ゼロカウントデータが多く含まれていた。ZINBモデルを用いることによって、このようなゼロデータを多く含むようなデータに基づく精度の高い個体数推定が可能となった。また、GAMMを用いることにより、季節的に変化するクサギカメムシ成虫の個体数動態を正確に予測し、一年を通して、発生初期や活動のピークといったフェノロジーの重要なポイントを特定することが可能となった。過去11年間のクサギカメムシの季節変化、気温、降水量のデータを統合することで、2つの予測モデルを構築し、本種の生態学的知見を深めることができた。

第6章では、本研究で得られた主要な成果を要約するとともに、今後の展望について言及した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

クサギカメムシ (*Halyomorpha halys*) は東アジア原産の世界的な侵略的外来種であり、北米や欧州の農業システムに深刻な被害をもたらしている。また、民家に侵入して越冬するため、家屋害虫としても大きな問題となっている。現在、殺虫剤による駆除が主流であるが、薬剤抵抗性の発達や環境汚染の問題があり、生物的防除の必要性が高まっている。本研究では、個体数管理に必須の基礎的知見である原産地での天敵相を明らかにし、クサギカメムシ個体数のモニタリング手法、発生予察モデルを構築することにより、生物防除の基礎となる重要な科学的知見を与えるものである。本研究の評価できる点は、以下の通りである。

1. 3種のアリと7種の卵寄生蜂についてクサギカメムシに対する個体数抑制効果を明らかにし、クサギカメムシの生物防除に対する有効性を評価した。在来アリ種はクサギカメムシの若齢期の個体数抑制には効果的であるが卵期と成虫期には効果がなく、卵寄生蜂 *Trissolcus japonicus* は卵期にきわめて有効な天敵であるため、これらの組み合わせによって高い個体数抑制効果を実現できることを示した。
2. クサギカメムシにおいて、最も効果的なモニタリング手法を確立した。また、本種の活動期と休眠期それぞれにおいて、適用可能なモニタリング手法も特定した。この発見は、生活害虫と農業害虫としての2つの側面を持つ本種の個体数動態を把握する上で重要な知見である。
3. 高精度でクサギカメムシの個体数動態を推定することを可能にした発生予察モデルは、最も少量の薬剤散布で最大の個体数抑制効果を引き出すことを可能にした点で、本種の総合的防除を行う上で学術的・応用的意義は大きい。

以上のように、本論文は東アジア原産の世界的な侵略的外来種であるクサギカメムシの日本における発生消長と天敵相を明らかにし、本種に最適なモニタリング手法と個体群動態の推定法を開発したものであり、昆虫生態学、個体群生態学、総合的害虫管理学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和4年8月23日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)