

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 15 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20405047

研究課題名（和文）人為的に導入された日本在来の海外侵入生物の管理システムに関する応用生態学的研究

研究課題名（英文）The ecological study on biological conservation and sustainable management for endemic predators against a Japan-origin exotic invader

研究代表者

大澤 直哉（OSAWA NAOYA）

京都大学・農学研究科・准教授

研究者番号：10221821

研究成果の概要（和文）：日本原産の海外侵入捕食性昆虫であるナミテントウを用いて、海外における侵入の実態と近縁種との共存メカニズムを明らかにする目的で、野外調査及び室内実験を行った。ナミテントウ侵入国では、ナミテントウはもっとも普通に見られる捕食性テントウムシであり、ナミテントウの侵入・定着が、急速・確実に進んでいることが示された。室内実験から、クリサキテントウはナミテントウが利用しにくい資源に特殊化することで同所的共存を実現しており、ナミテントウによる一方的な交尾干渉が、クリサキテントウの生息場所をマツのみに限定し、ナミテントウの広範な食性幅の進化と維持に貢献している可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：To clarify the coexistence mechanism between Japan-origin invasive and aggressive predator *Harmonia axyridis* and the related species, field and laboratory experiments were performed. From the field survey, *H. axyridis* was the most common among the aphidophagous predators at many invaded areas. The sibling species *H. yedoensis* sympatrically coexists with *H. axyridis* only on a pine tree to specialize at morphological and behavioral traits. The asymmetric mating interference in *H. axyridis* plays an important role on the limited habitat of *H. yedoensis* and the large habitat of *H. axyridis*.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2009年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2010年度	3,100,000	930,000	4,030,000
2011年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
総計	11,400,000	3,420,000	14,820,000

研究分野：昆虫生態学

科研費の分科・細目：農学・環境農学

キーワード：動物、昆虫、生態学、生態系修復・整備、侵入生物、害虫管理、保全生物、ナミテントウ

1. 研究開始当初の背景

ナミテントウはアジア東北部に広く分布

し、木本及び草本に発生するアブラムシ類を餌とする捕食性テントウムシで、生物的防除の観点からこの30年間、盛んに北アメリカに日本や中国から個体群が導入されたが、定着できないと報告されてきた。これら未定着であるという報告は、当時導入した北アメリカの関連機関・研究者の調査不足であったと推測され、北米大陸で近年急激に、ナミテントウ個体数が定着・増加し、分布を拡大している実態が数多く報告されている。他方、ナミテントウは、一般企業により、ヨーロッパにも導入され、現在ではフランス、ドイツ、ベルギーなどのヨーロッパ及び北アフリカに定着しているとされているが、その実態は明らかになっていない。ナミテントウが欧米で優先種として定着している問題点としては、収穫されたぶどうに混入しワインの品質を低下させることや、冬期の成虫の集団越冬成虫が家屋に多数侵入し不快害虫になっている点が指摘されているが、ナミテントウが侵入地域のアブラムシ捕食者を駆逐することが最も憂慮する点として考えられている。しかし、これまで欧米でのナミテントウの侵入問題を取り上げたこれまでの研究は、ナミテントウ侵入が在来の天敵群集の多様性を減少させていることを指摘しているのみで、侵入種が在来種を駆逐し従前の捕食-被食関係攪乱し、種の多様性や群集構造を変化させている点の、1) どこがなぜ問題点なのか、2) 今後どのような事態が発生するのか、明らかにしていないのが現状である。ナミテントウのような天敵侵入生物が、侵入地域生態系の構造や機能に将来にわたりどのような影響を与えるかは、全く不明である。一旦定着した侵入生物を完全に排除するのはほぼ不可能に近く、今後欧米においては、複雑な野外生態系で、ナミテントウをどのように管理してゆくかという具体的な管理手法の開発は、重要かつ急務の課題である。日本はナミテントウの原産国の1つであり、課題申請者及び課題分担者らによる、餌アブラムシと関連した個体群動態、成虫の移動分散、生活史特性、ギルド内捕食、成虫や幼虫による行動特性等の詳細な野外研究及び室内実験が行われており、本種の捕食者としての高い移動分散能力や種内種間の捕食などの本種の特徴が明らかにされている。しかし、原産国の日本では、ナミテントウは他のアブラムシ捕食者と共存しており、特に同胞種と考えられているクリサキテントウとはマツ類で共存しており、きわめて攻撃的で獰猛な性質を持つナミテントウがどのようなメカニズムで、他のアブラムシ食捕食者と共存しているかは、明らかにされていない。

2. 研究の目的

本研究は、日本在来の海外侵入生物であるナ

ミテントウを材料として、ナミテントウの侵入・定着状態の異なる複数の地点でナミテントウの定着・分布拡大の実態を詳細な海外野外調査で明らかにし、ナミテントウが短期間に原産地以外で定着・分布拡大した実態や要因を包括的に明らかにすると同時に、ナミテントウが他種と共存できるメカニズムを明らかにし、複雑な野外生態系で侵入した地域の在来種の捕食者群集の多様性を保持しながらどのように管理してゆくか、その管理システム構築を研究目的としている、環境農学分野の応用生態学的野外研究である。

3. 研究の方法

(1) ナミテントウ及び同胞種クリサキテントウの共存メカニズム解明のため、室内実験及び野外観察を行い、2種の共存機構を明らかにする。

(2) ナミテントウの侵入が確認されている国と侵入が確認されていない国において、果樹園や麦畑など、アブラムシの捕食者ギルドの構造や機能を調べることを目的に、アブラムシ及びアブラムシ食の捕食者をサンプリングし、種レベルの同定後、得られたデータを用いて、アブラムシ捕食者群集の構造を明らかにする。

(3) ナミテントウとクリサキテントウ幼虫の柄捕食能力や交尾干渉の実態を調べるために、複数種のアブラムシを餌として与え、幼虫の捕食能力・質としてのアブラムシ種の違い、及びナミテントウとクリサキテントウ成虫間の交尾干渉に関する室内実験を行う。

(4) 原産国のナミテントウ個体群と侵入先ナミテントウ個体群の遺伝的な差異を調べるために、侵入個体群と原産地個体群のサンプリングを行う。

(5) 成虫の体表成分の違いがナミテントウと近縁種間の相互関係に影響を及ぼしているか否かを調べるため、近縁複数種のサンプリングを行う。

4. 研究成果

(1) 国内及び国外（マレーシア、チェコ、イタリア、台湾）野外調査を実施し、ナミテントウ原産地、侵入地、及び侵入の可能性のある地域）での、捕食性テントウムシの実態を調査しサンプリングした。侵入国では、ナミテントウはもっとも普通に見られるテントウムシ類であり、ナミテントウの侵入・定着が、急速に進んだことが理解された。

(2) ナミテントウ及び同胞種クリサキテントウの共存メカニズム解明のため、成虫の

採餌・交尾行動・産卵行動・幼虫の採餌行動を観察し、2種の採餌・産卵行動に関する行動生態学的な実験を行った。一連の実験の結果、クリサキテントウは子1匹あたりの投資量を増やし、孵化幼虫の形態を特殊化することで、足の速いアブラムシを食べられることがわかった。すなわち、クリサキテントウはナミテントウが利用しにくい資源に特殊化することで地域的な共存を実現していることが示唆された。また両種の相対頻度を変えてメスの繁殖成功（交尾率）を調べた結果、ナミでは処理区にかかわらず繁殖成功が高かったのに対し、クリサキテントウでは少数派になるにつれて繁殖成功が著しく低下した。すなわち、クリサキテントウは繁殖干渉のコストを一方的に被っており、非対称な交尾干渉が、ナミテントウの広範な食性幅の進化と維持に貢献している可能性が示唆された。

(3)原産国のナミテントウ個体群と侵入先ナミテントウ個体群の遺伝的な差異及び成虫の体表ワックス成分を調べるために、国内外のナミテントウ個体群のサンプリングを実施した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 15 件)

- ① Noriyuki S., Osawa N., Nishida T. (2012) Asymmetric reproductive interference between specialist and generalist predatory ladybirds. *Journal of Animal Ecology* 81 (in press).
doi: 10.1111/j.1365-2656.2012.01984.x
- ② Noriyuki S., Kawatsu K., Osawa N. (2012) Factors promoting maternal trophic egg provisioning in non-eusocial animals. *Population Ecology* 54 (in press).
DOI 10.1007/s10144-012-0317-6
- ③ 鈴木紀之、大澤直哉、西田隆義 (2012) 繁殖干渉による寄主特殊化の進化. *日本生態学会誌* 62 (in press).
- ④ Noriyuki S., Osawa N. (2012) Intrinsic prey suitability in specialist and generalist *Harmonia* ladybirds: a test of the trade-off hypothesis for food

specialization *Entomologia Experimentalis et Applicata* (In press).

- ⑤ Suzuki N., Osawa N., Nishida T. (2011) Prey capture performance in hatchlings of two sibling *Harmonia* ladybird species in relation to maternal investment through sibling cannibalism. *Ecological Entomology* 36: 282-289.
DOI: 10.1111/j.1365-2311.2011.01270.x
 - ⑥ Osawa N. (2011) Ecology of *Harmonia axyridis* in natural habitats within its native range. *BioControl* 56: 613-621.
DOI 10.1007/s10526-011-9382-6
 - ⑦ Osawa N., Yoshinaga A. (2009) The presence of micropyles in the shells of developing and undeveloped eggs of the ladybird beetle *Harmonia axyridis*(Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 106: 607-610.
<http://www.eje.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=1494>
 - ⑧ Osawa N., Ohashi K. (2008) Sympatric coexistence of sibling species *Harmonia yedoensis* and *H. axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and the roles of maternal investment through egg and sibling cannibalism. *European Journal of Entomology* 105: 445-454.
<http://www.eje.cz/scripts/viewabstract.php?abstract=1350>
- [学会発表] (計 27 件)
- ① Suzuki N., Osawa N., Nishida T. (2011) Larval performances for prey capture in hatchlings of two sibling ladybird beetles *Harmonia yedoensis* and *H. axyridis*. Benefits and Risks of Exotic Biological Control Agents, 2nd meeting of the new IOBC/WPRS Study Group "Benefits and risks associated with exotic biological control agents. October 30 - November 3, 2011. Hluboka, Czech Republic.
 - ② 鈴木紀之、大澤直哉、西田隆義 (2011)

- 捕食性テントウムシにおける寄主特殊化の進化 第58回日本生態学会大会企画集会 講演要旨集:T05-5 2011年3月札幌コンベンションルーム
- ③ 大澤直哉 (2011) ナミテントウの卵巣発育と卵吸収 第55回日本応用動物昆虫学会大会 講演要旨集:77 2011年3月九州大学箱崎キャンパス
- ④ 鈴木紀之、大澤直哉、西田隆義 (2011) ジェネラリストとスペシャリストの捕食性テントウムシにおける非対称な交尾干渉 講演要旨集:184 2011年3月九州大学箱崎キャンパス
- ⑤ Osawa N. (2010) Micropyles on developing and undeveloping eggs in the ladybird beetle *Harmonia axyridis*. Ecology of Aphidophaga 11 Abstract: 68. Sep. 19-24, 2010. University of Perugia, Italy.
- ⑥ 鈴木紀之、大澤直哉 (2010) 「導入天敵から侵略的外来種へ:ナミテントウがもたらすリスク」 第54回日本応用動物昆虫学会大会小集会 講演要旨:P228 千葉大学2010年3月
- ⑦ 大澤直哉 (2010) ナミテントウの海外侵入の現状と問題点 第54回日本応用動物昆虫学会大会小集会 講演要旨:P228 千葉大学2010年3月
- ⑧ 鈴木紀之、西田隆義、大澤直哉 (2010) 原産地における近縁種クリサキテントウとの共存メカニズム 第54回日本応用動物昆虫学会大会小集会 講演要旨:P229 千葉大学2010年3月
- ⑨ Suzuki N., Osawa N., Nishida T. (2010) Prey capture performance in hatchings of two sibling *Harmonia* ladybird species in relation to maternal investment through sibling cannibalism. Ecology of Aphidophaga 11 Abstract: 133. Sep. 19-24, 2010. University of Perugia, Italy.
- ⑩ 山田陽子、佐藤智、安田弘法、大澤直哉 (2009) クリサキテントウとナミテントウの産卵様式が幼虫の生存と発育に及ぼす影響 日本昆虫学会第69回大会 講演要旨:E105 三重大学2009年10月
- ⑪ 大澤直哉 (2009) ナミテントウの発生卵と未発生卵の卵門について 日本昆虫学会第69回大会講演要旨:C209 三重大学2009年10月
- ⑫ 鈴木紀之、西田隆義、大澤直哉 (2009) なぜクリサキテントウは松のアブラムシに特殊化できるのか? 日本昆虫学会第69回大会講演要旨:E303 三重大学2009年10月
- ⑬ Osawa N. (2009) The ecology of *Harmonia axyridis* in its native range (Keynote). *Harmonia axyridis* and other invasive ladybirds: the first meeting of IOBC/WPRS study group “benefits and risks associated with exotic biological control agents”. Abstracts P20. Sep. 6-10, 2009. Engelberg, Switzerland.
- ⑭ 大澤直哉 (2008) クリサキテントウとナミテントウにおける母親の子に対する投資の違いについて 日本昆虫学会第68回大会講演要旨:C204 香川大学2008年9月
- [図書] (計2件)
- ① Tuno N., Osawa N., Tanaka C. (2010) Fungal toxins relevant to animals - the case study of Amanita. In: Wen Zhang, Hong Liu (eds.). *Behavioral and Chemical Ecology*, pp235-250, Nova Science Publisher.

- ② 大澤直哉 虫を見て森の変化を知る 小規模森林伐採が地上徘徊性昆虫に与える影響. (2009) 藤崎憲治、西田律夫、佐久間正幸編 *昆虫科学が拓く未来*, pp 498-505. 京都大学学術出版会.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大澤 直哉 (OSAWA NAOYA)
京都大学・農学研究科・准教授
研究者番号：10221821

(2) 研究分担者

安田 弘法 (YASUDA HIRONORI)
山形大学・農学部・教授
研究者番号：70202364
田中 千尋 (TANAKA CHIHIRO)
京都大学・農学研究科・教授
研究者番号：60263133
佐藤 智 (SATO SATOSHI)
山形大学・農学部・准教授
研究者番号：70444023

(3) 連携研究者