

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580079

研究課題名(和文)天敵生物を利用した環境保全型と慣行型水田の評価

研究課題名(英文)Evaluation of eco-friendly rice fields based on indicator organisms

研究代表者

上野 高敏 (Ueno, Takatoshi)

九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60294906

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、水田において各種の栽培管理法(化学農薬の使用量や施肥量など)、寄主や獲物となる他種の分布、さらには周辺環境の状態などが、いかに有用天敵昆虫やクモ類の豊富さと分布を決定するかに焦点を当て、どのような生物種が指標種として優れるかについてを明らかにした。また、指標候補を含む有用生物の多様性と、害虫の多様性・発生量や中立種(ただの虫)の多様性など、他の生物群との関係を多面的に明らかにできた。それらの結果に基づき、候補種の分布状況や密度を効率的に予測でき、また精度の高いモニタリングが可能になると期待された。

研究成果の概要(英文)：The present study investigates whether beneficial organisms like insect natural enemies could be good biological indicators for general arthropod biodiversity and agricultural practice. Field survey was made to evaluate the abundance and biodiversity of natural enemies in rice paddies where chemical inputs, i.e., insecticide use, were different. The results showed that reduction of chemical inputs led to an increase in species richness or diversity of natural enemies including parasitoids and predators. Then, the data were analyzed to examine suitable indicator species to assess environmental soundness of agricultural practice and biodiversity in rice paddies. The density of several species of natural enemies did respond both to pesticide use and to general arthropod biodiversity. The analyses thus have indicated that natural enemies can be suitable as bio-indicators. Usefulness of indicator species in rice paddies is discussed in the context of ecologically sound agriculture.

研究分野：応用昆虫学

キーワード：農生態系 生物多様性 天敵利用 環境保全型農業 指標種

1. 研究開始当初の背景

(1) いわゆる「自然に優しい」「環境に優しい」などといったキャッチフレーズを前面に出した農産物のブランド化と生産・販売がますます増加してきているが、その構図は「自然に優しい」=「人にも優しい」=「安心できる」という一連の流れに依存している。環境保全に役立っていることを匂わせてはいるが、その本命は「安心できる」農産物を生産していることを消費者に訴えることであり、本当に環境に優しいかどうかには重点が置かれていない。しかしながら、「環境保全型農業」と定義される農業体系は、減農薬で人に安全などといった人間視点ではなく、生きものの視点から環境の保全に役立つかを評価すべきである、というのが本研究の動機である。

(2) 近年、農地の持つ多面的な機能について理解が進み、農地における生物多様性の重要性に関して認識が変わりつつある。「環境保全型農業」がどの程度環境に優しいのかについて明らかにする必要が出てきたのである。農林水産省は「生きものブランド」により高付加価値の形成を図ろうとしているが、とくに米においては高付加価値農産物の生産・販売に併せ、農山村の自然環境保全を推進しようというアイデアが出されている(農林水産省 2007)。生産者側や消費者側でも、「生きもの調査」を通した安心できるコメ作りや水田の持つ環境保全機能の価値をアピールしようという動きも出てきた。農地に住む生きものを活用して、農環境や農法の評価を行うという流れが出てきた。

(3) このような背景がある一方、環境保全型とされる農法がどの程度環境(生物の発生量など)にプラスになっているのかについてデータの絶対量が不足しており、しかも扱っている生物群がばらばらである。

(4) 環境保全型農業の取り組みは生物を使って評価されるべきものであるが、持続的な農生産への貢献、農家の説得といった観点からは、対象とする生物を農業に有用な生物群(主に天敵昆虫類やクモ類)に絞る必要がある。それら有用生物の種構成、多様性、発生量と全体の生物多様性(中立の生物、害虫含む)や各種農法の3者の関係を明らかにすることで、有用生物を指標とした環境保全度の評価基準を作成することが可能ではないかと考えるのである。

2. 研究の目的

本研究では、水田における各種農法が、農業に有用な天敵生物の種構成や密度、多様性とどのように関係しているかを明らかにする。そして天敵生物を指標として活用し、環境保全型農業への取り組みを評価可能であることを示す。特別栽培、エコファーマー、適正農業規範など、環境保全型を謳う各種認

証制度に、天敵生物を指標種とした環境評価法が導入できることを、科学的根拠を持って訴えたい。また天敵生物を指標とした評価法の導入により、公共財としての生物多様性と市場財としての象徴生物や有用生物の両者を保全する方策を実現可能かどうかを検討する。

3. 研究の方法

(1) まず水田を対象とする。水田は生物多様性が農地の中では非常に高く、日本の全農耕地の6割弱を占め、環境保全型農業の普及率が高い(エコファーマーや特別栽培の認証件数が最大)からで、稲作では農薬を(果樹や野菜に比べ)かなり減らしても十分な収穫量を確保できるからである。

(2) 生物群としては天敵に注目する。その理由は、農業に有用な天敵生物を指標とするほうが農家を説得しやすいからであり、また持続的な農生産にも貢献するからである。病害虫防除に全く無縁の生物では、一般人を説得できても、農協や農家の支持を得ることが容易でない可能性があり、環境保全型農業の本来の目的である持続的な生産に直結してくるのが天敵などの有用生物であるからである。また現場への普及を考慮し、微小な寄生バチなどは指標に使えないものではなく、目立つ、認知が容易な、普通に広く分布する天敵種を選定し、それらの指標候補の有用性について検討する。

(3) 本研究では具体的に以下のことを明らかにし、天敵の指標生物としての有効性を検討する。

1. 全体の)生物多様性と天敵の多様性と各種農法の関係(例:殺虫剤使用数と天敵の種数の量的関係、畦畔への除草剤の使用と水田内クモ類の多様度の関係、休耕地の存在と水田内天敵多様度の関係、全体の多様性と天敵の多様性の関係)

2. 天敵あるいは全体の多様性と特定天敵種(あるいはグループ)の関係(例:コモリグモ類密度と捕食寄生者あるいは捕食者の多様度との関係、アシナガグモ類密度と全体の多様度(害虫と中立種含む))

3. 特定天敵種(あるいはグループ)と農法の関係(例:ジェネラリストの捕食寄生者(アオムシヒラタヒメバチなど)の密度と施肥量や農薬使用量との関係、株サイズ(分けつ量)とアシナガグモ密度など)

そして、最終的に、生物多様性と農法を反映する天敵種の内、認知の容易なものあるいは調査が容易な種を選抜し、それらの候補種がどの程度広域に活用できるかを検討する。

(4) 野外調査

調査対象とする水田について、主に福岡県下で調査する。福岡市周辺の水田に関しては、すでに70圃場以上の水田で農家に承諾を取り、農法などについての聞き取りを終了している。また生物多様性に関する一部の調査

を実施している。これらの水田を引き続き調査対象とする。残念ながら、一部の水田は宅地化したり休耕田となってしまったため、新規に調査水田を増加させる。

イネ品種は主にヒノヒカリを対象としているが、これは九州でもっとも栽培面積が広い主要品種であるからである。調査水田には、無農薬有機栽培の水田から慣行水田（殺虫剤散布回数最大値5回）までを含んでおり、主要農法との関係について分析可能な情報量を得ることができる。一部、合鴨農法など、あまり普遍的でない農法については確保した圃場数が少ないため、調査水田を追加する。

(5) 調査方法と項目について

野外調査では、見取り調査を基本にスイーピング調査、ピットホールトラップ法などを加え、水生昆虫類はとりあえず対象外として、稲の株上の生物に焦点を当て行う。基本的に以下の項目についてデータを収集する。

まず、1. 個体数、2. 種構成、3. 種数、4. 機能（害虫、中立種、天敵）についてまず整理し、続いて、属数、科数、ごとに分類すると同時に、天敵に関してはその機能（捕食寄生者が捕食者か、スペシャリストかジェネラリストか）について細分する。そして各分類群や全体の多様度指数（主に多様性だが農法間や地域間の違いを考慮するために多様性も計算する）それぞれ算出する。指数は主に Shannon の指数 (Shannon-Wiener の指数) を使うが Simpson など他の指数との比較も行う。

また、調査水田の栽培記録を確認すると同時に、葉の葉緑素量 (SPAD 値) を施肥量の推定値として分光側式計 (オリンパス SPAD-502Plus) を用いて記録する。他に農法の指標として、イネの株サイズや畦畔管理法などについてもデータを取得分析する。

4. 研究成果

(1) 殺虫剤の使用成分カウント数を環境保全型の程度を反映しているとみなし、害虫、天敵、中立種の種数や個体数との関連についてまず分析した。記録された天敵生物を捕食寄生者と捕食者（クモ類を含む）に分け、それらの種数関係と殺虫剤の使用量との関係を解析したところ、3年続けて同様の結果が得られた。すなわち、使用量が多い水田ほど天敵の種数は少なく、また個体数も同様に少なかった。これは捕食寄生者と捕食者だけでなく中立種においても同様であった。このように天敵生物は農法の影響を強くうけるため、指標生物として利用可能であることが示された。

また、殺虫剤を使用している水田（使用カウント数が1～3回）では、捕食寄生者あるいは捕食者のどちらかの種数が多い水田ほど、もう一方の天敵グループの種数も多かった。ところが、無農薬水田では両者の種数には相関が認められなかった。これは、無農

薬水田では天敵の種数がほぼ飽和に近い状態にあり、水田の周辺環境や水田内の他の生物の種構成・発生量に応じて捕食寄生者と捕食者の種数が変化しているためではないかと思われた。

(2) 捕食者ではクモ類が、捕食寄生者では寄生蜂の一部の種が、比較的良く農法を反映していた。そこで指標候補としてクモ類と寄生蜂の最普通種であるアオムシヒラタヒメバチに焦点を当て、それらの多様度や密度と薬剤の使用回数との関係を分析した。その結果、どちらの生物群も指標生物として優れていることが判明した。一方、たとえばクモ類では、その密度も薬剤を使用している水田では多様性を反映している一方で、無農薬水田ではそのような相関がなかった。このように指標の密度は農法を反映するが、無農薬栽培を行っている水田では、生息可能な天敵が制約を受けることなく移入・増加するため、無農薬水田では天敵や指標の密度は単純には多様性を反映しないことに注意する必要があることが明らかになった。

(3) 生物の密度や多様性は農法の影響だけを受ける訳ではない。周辺の環境がどのようなものかにもよって大きく影響される。そこで全節足動物や天敵の密度や多様性が周辺環境によりどのような影響を受けるのかについて分析した。具体的には、衛星画像を用い、まず調査地から半径100メートル以内の水田面積率、森林面積率（小規模の林を含む）、水田以外の耕地面積率、農耕地と水田以外の緑地面積（おもに雑草地）率を算出し、それらのパラメータと各種生物多様性に関するデータとの相関を多変量解析の手法を用いて求めた。

その結果、水田の植物体上に見られた節足動物の総種数は、殺虫剤の使用カウント数により負の影響を受けた。これは従来通りの結果である。森林面積率は種数には影響せず、水田面積率もほとんど影響していなかった。一方、雑草地などの面積率は大きな影響を及ぼしており、面積が増加するほど種数は増加した。水田に生息する節足動物の多くは、周辺の雑草地などに主に生息しており、そこから水田内に侵入・定着するものと考えられる。また隣接環境も有意な要因であった。調査水田のサンプリング場所が、森林、水田、雑草地、人工物（道路や家屋など）に隣接しているかどうかは、発見された節足動物の総種数に大きく影響し、種数は、森林、雑草地、水田、人工物、の順に減少していった。

(4) 以上のことより、クモ類や寄生蜂の一部は指標生物として優れていることが判明した。他方、周辺環境の影響は大きく、それらの効果を考慮した基準を策定しなければ、指標生物を用いた効果的な農法の判定は困難であることも明らかとなった。各生物群の生息条件を明らかにし、その条件を組み込むことで指標生物を用いた環境保全度の評価がより正確に行えるようになる。

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9件)

1. Matsushita, K., K. Ueno, T. Ueno. 2014. Physiological parameters reflecting longevity of a parasitoid wasp (Hymenoptera: Ichneumonidae). Int. J. Chem. Env. Biol. Sci. 2: 201-205.

2. Ho, G.T.T., H.V. La, D.R. Hall, T.D. Le, J.V. Cross, T. Ueno. 2014. (Z)-11-hexadecenyl acetate and (Z)-13-octadecenyl acetate improve the attractiveness of the standard sex pheromone of the yellow rice stem borer *Scirpophaga incertulas* (Lepidoptera: Pyralidae) in northern Vietnam. J. Fac. Agric., Kyushu Univ. 59: 85-89.

3. 谷聡一郎, 上野高敏 2014. ヒメハラナガツチバチ *Campsomeris annulata* の簡易飼育法と基礎生態. 九大学芸雑誌 69: 55-62.

4. Ueno T. 2014. Age-dependent sex allocation control in a parasitoid wasp. Psyche article ID: 363174.

5. H. Itadani and T. Ueno. 2014. Chemically mediated mate finding of the polyphagous solitary parasitoid *Itopectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ann. Ent. Soc. Am. 107: 288-294.

6. Tani, S. and T. Ueno. 2013. Site fidelity and long-distance homing by males of solitary parasitic wasps (Hymenoptera: Scoliidae). Can. Entomol. 145: 333-337.

7. Ueno T. 2012. Insect natural enemies as bioindicators in rice paddies. CNU J. Agric. Sci. 39: 587-595.

8. Ueno T. 2012. Bioindicators of biodiversity and farming practice in rice paddies. Int. J. Chem. Env. Biol. Sci. 1: 84-87.

9. Ueno T. 2011. Insect natural enemies as bioindicators in rice paddies. Int. Symp. Agric. Food Env. Life Sci. Asia 35-42.

[学会発表](計9件)

1. Ueno T. 2014. Usefulness of insect natural enemies for evaluating eco-friendly practice and biodiversity in rice paddies. Netherlands-Japan Seminar on Parasitoid Biology, Wageningen Agric. Univ., Netherlands.

2. 上野高敏 2014. 水田における生物多様性と農法の評価に適した指標天敵の特性. 九州病害虫研究会 第87回研究発表会

3. Ueno T. 2013. Environmentally sound agriculture and biological indicators in rice paddies. 2nd Global Conference on Entomology, Kuchin, Malaysia.

4. 上野高敏 2013. どのような天敵が指標生物として農法と生物多様性の同時評価に使えるか? 第23回天敵利用研究会.

5. 上野高敏 2013. 水田の指標寄生蜂アオムシヒラタヒメバチの密度を決定する要因. 第57回日本応用動物昆虫学会

6. Ueno T. 2012. Use of natural enemies as a bio-indicator for assessing environmental soundness of agricultural practices in rice paddies. 24th International Congress of Entomology, Daegu, Korea.

7. Ueno T. 2012. Environmentally sound agro-practice, biodiversity and indicator species in rice paddies. 2nd EEBS, Bali, Indonesia.

8. 上野高敏 2012. 水田の捕食性ならびに捕食寄生性天敵の多様性を決定する要因. 第56回日本応用動物昆虫学会.

9. T. Ueno. 2011. Insect natural enemies as bioindicators in rice paddies. Int. Symp. Agric. Food Env. Life Sci. Asia, 春川、大韓民国.

[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:
出願年月日:
取得年月日:

国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

上野 高敏 (UENO TAKATOSHI)
九州大学・(連合)農学研究科(研究院)・
准教授
研究者番号：60294906

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：