

氏名（本籍・生年月日）	徐 啓聡（中国・1982年11月06日）
学位の種類	博士（ 学 術 ）
学位記番号	甲 第 79 号
学位授与の日付	平成25年 9月 30日
学位授与の要件	信州大学学位規程 第5条第1項該当
学位論文題目	A new trial on conservation biological control — utilization of indigenous predators enriched with the introduction of plant residue in organic field (生物保全に配慮した生物防除の試み—有機農業圃場 への植物残渣導入による土着天敵利用の害虫防除)
論文審査委員	主査 教授 藤山 静雄 教授 市野 隆雄 教授 中村 寛志 教授 戸田 任重 教授 佐藤 利幸 教授 矢野 栄二(近畿大学)

## 論 文 内 容 の 要 旨

One way of conservation biological control aims to suppress pest by employing indigenous natural enemies in organic farmland under local environment characteristics. For this, as a new approach, the plant residue was introduced to increase the alternative preys for indigenous predators in organic field and the efficacy of pest suppression by the predators was examined from various viewpoints.

In farmland, many generalist predators have a potential to be biological control agents such as wolf spiders, predacious carabids and frogs. However, sometimes because of insufficient diets, their densities do not well increase to control pest to a satisfactory level. During the growing period of crops, predators can prey on pests in crops, while during the period without pest, they had to search other alternative diets for their survival. Thus, it is worthy considering how to establish the alternative diets for these predators before and after pest occurrence to enhance their persistence. To do so, although there are several tactics, in the present study, a more economic and easy-to-do method — enriching alternative preys of indigenous predators by introducing plant residue into organic farmland was adapted. When plant residue is mulched in field, it is expected that it could provide food source and refuge place for some decomposers and detritivores, and enrich their density. Many species of them could be as alternative prey for indigenous predators, which may support their survival before and after pest appearance.

By the observation in present organic field, indigenous predators including wolf spiders (*Pardosa* spp.), predacious carabids (*Dolichus halensis*, *Chlaenius pallipes* and *Harpalus* spp.) and Janpaese tree frog (*Hyla japonica*) were selected as the potential control agent of lepidopteran pest in cabbage cultivation (Chapter 2). By laboratory testing, the three predators showed strong predatory capacity on the Lepidoptera larvae. The functional response of these predators to pest fitted into the Holling type II (Chapter 4).

The field experiment was designed in both open field and greenhouse where cabbage was planted from 2009 to 2011. In the open field, through the year, plant residue including wheat straw and cereal weeds straw were mulched in the form of strips along the direction of cabbage rows at a rate of 2500g m<sup>-2</sup> with the width of 50 -100 cm and with the interval between strips as 3-5 m. In the greenhouse, the same amount of plant residue was mulched along the two sides of borders (Chapter 2).

From observation, both density and biomass of alternative preys were significantly higher in introduction plot than that in no-introduction plot (Chapter 2). Population density of the predators in the introduction plot was relatively high and that of pests was low in the same plot (Chapter 3).

By the stable isotope analysis ( $\delta^{13}\text{C}$ ), the contribution of potential preys to wolf spider's food menu was estimated. It was reflected that, even with low frequency of pest, the wolf spiders could prey on pest in the introduction plot. It was believed that the wolf spiders did not only concentrate to alternative preys when pest density/frequency was low in the introduction plot. Even if the wolf spiders only prey on pest randomly, the enriched wolf spider population can still ensure the efficacy of pest suppression at some extent (Chapter 5).

It was concluded that the strategy of introduction of plant residue into organic field could be one of effective ways to enrich alternative preys for indigenous predators, which result in the suppression of pests. It was demonstrated that the stable isotope analysis could be utilized as a useful tool for the evaluation of response of generalist predators to pest suppression.

## 学位論文の審査結果の要旨

本論文は有機農業圃場に植物残渣を導入し天敵の代替餌になる昆虫類等の小動物を増やすことで捕食性土着天敵を増やし、害虫密度抑制圧を高めて害虫を低密度に保てることを示した研究である。その際にどのような種の捕食性土着天敵が有効に機能しうるのかを、C、Nの安定同位体比分析法を用いて天敵の餌メニューとその餌の構成者の捕食割合を植物残渣導入区と未導入区で比較し、害虫密度抑制圧としての土着天敵類の効果を評価し、効果のある天敵種を選定している。

第1章では有機農業の農業上の位置づけと、その中での害虫管理の重要性について指摘するとともに、現代農業および有機農業の最も主要な害虫防除法である、総合的害虫管理について論じた。その中で保全型生物防除に焦点を当て、この手法の一つとして植物残渣導入により捕食性土着天敵の代替餌を増やし、天敵による捕食効果を高めることで害虫の多発を抑制する方法を提案した。第2章では植物残渣導入により畑の動物相がどのように変化するかを2年間の調査で、実際に植物残渣の導入により代替餌が増えることを示した。第3章では、植物残渣導入により天敵類や害虫であるモンシロチョウ、コナガ、ウワバ類、ヨトウガ類の生息密度がどのように変化したかを示した。これに関連し、どの天敵が害虫の生息密度抑制に有効かを予備調査で検討したところ、ウズキコモリグモ、ゴミムシ類、アマガエルが有力者として浮上した。植物残渣導入の結果、捕食性の土着天敵の生息密度は増加し、逆に害虫種の密度は減少傾向を示した。すなわち、代替餌の小動物、捕食性の天敵の生息密度は数倍に増加したが、害虫の生息密度は半分から3分の1程度に減少したことがわかった。このことから実際に代替餌小動物の密度増加で、天敵密度が増加し、更に天敵の捕食効果により、害虫の密度が減少したと推定された。第4章では、捕食性の土着天敵による害虫の捕食の有無とその捕食能力について明らかにするため捕食者の害虫密度に対する機能的反応について調べた。その結果、ウズキコモリグモとゴミムシ類は害虫をよく捕食することが分かった。

第5章では、植物残渣導入により捕食者の生息密度は増え、害虫密度は減少したことが、確かに土着性の捕食者の捕食で害虫の生息が減少したのかを示すために、C、Nの安定同位体比分析法を用いて天敵の餌メニューにおける代替餌種と害虫種の割合を植物残渣導入区と非導入区について検討した。その結果、害虫が天敵の餌メニューとなっており、しかもその割合が比較的高いことを定量的に示した。ここで特にウズキコモリグモについて安定同位体比分析法でその餌メニューを定量的に精査した。その結果、クモは低密度になったモンシロ幼虫を、忌避することなく捕食し、高い害虫密度抑制効果を持つことが明らかとなった。

こうした植物残渣を天敵の代替餌の増殖のために利用する手法は新しいアイデアである。また、天敵の餌メニューとその捕食割合をC、Nの安定同位体比で定量的に推定し、自然状態での天敵の害虫捕食能力を評価する手法は農業害虫研究では全く例がなく、この手法で天敵による害虫と一般小動物の捕食割合を定量評価した意義は大変大きい。すでに *Journal of Food, Agriculture and Environment* 誌に2編の論文として公表されている。

以上の結果から審査員は全員一致で本研究が博士論文として十分であると判断した。

## 公表主要論文名

Xu, Q.C., Xu, H.L., and Fujiyama, S. 2011. Biological pest control by enhancing populations of natural enemies in organic farming systems. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.9 (2): 455-463.

Xu, Q.C., Xu, H.L., and Fujiyama, S. 2012. Pest control by enriching natural enemies under artificial habitat management along sidewalls of greenhouse in organic farming systems. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.10 (2): 449-458.