

福岡県の水田におけるクモ類保全効果の高い農法

上村香菜子*・清水信孝・手柴真弓

福岡県の水田においてウンカ・ヨコバイ類の捕食者であるコモリグモ類およびアシナガグモ類に対する栽培管理の違いによる保全効果を明らかにした。「本田殺虫剤の散布を控える」、「畦畔に除草剤を使用しない」取り組みはアシナガグモ類の保全に対する効果は判然としなかったが、コモリグモ類の保全に対しては有効であることが明らかとなった。また、これらの取り組みを組み合わせさせた農法（クモ類保全農法）により、水田内と畦畔のコモリグモ類が保全された。また、クモ類保全農法による害虫類の密度抑制の可能性が示唆された。

[キーワード：畦畔雑草管理，クモ類保全，生物多様性，水稻害虫防除]

Effects of Farming Practices on the Conservation of Spiders in Paddy Fields of Fukuoka Prefecture. UEMURA Kanako, Nobutaka SHIMIZU and Mayumi TESHIBA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 5: 11-17 (2019)

The aim of this study was to investigate the conservation of spiders that are natural enemies of planthoppers and leafhoppers. We found that wolf spider density in paddy fields was affected by the spraying of insecticides on paddy fields and herbicides on levees. Wolf spiders were conserved by refraining from spraying insecticides and using grass cutters rather than herbicides. Results also suggested that the densities of planthoppers and leafhoppers were controlled by the presence of their natural enemies, including wolf spiders.

[Key words: biodiversity, conservation of spiders, controlling paddy rice pest insect, weed management of levees]

緒言

クモ類は水稻栽培における土着天敵であり、中でもコモリグモ類やアシナガグモ類は、福岡県における水稻栽培の主要な害虫であるウンカ・ヨコバイ類を捕食することが知られている（桐谷 2009）。これらの天敵を保護し有効に活用できれば、殺虫剤の散布回数軽減に伴う軽労働化やコスト削減が可能となり、農家にとって有益である。

また、これら 2 種のクモ類は、近年、九州地域の水田における生物多様性の豊かさを反映する指標生物として選定されている（農林水産省農林水産技術会議事務局ら 2012b）。農業は花粉媒介や病虫害の抑制など、多様な生物が関わる様々な生態系サービスの恩恵を受けて成り立っており、多様な生物の保全、すなわち生物多様性の保全は、農業の維持・発展のために必要不可欠な有益なものとして位置付けられている（農林水産省 2007）。このことから、これら指標生物を保全できる農法を明らかにすることは重要である。

全国的に水田におけるクモ類の保全に関する知見が乏しい中で、北澤ら（2011）は農業の使用量を削減し、周辺環境に配慮した技術を導入した水田でクモ類の個体数が多いことを報告している。この報告での事例は、様々な栽培管理上の取り組み項目を組み合わせ導入しているが、クモ類の保全に寄与する取り組みは明らかにされていない。また、クモ類の種構成は地域で異なるため、地域ごとの検討が必要となる。そこで、本研究を行うにあたり、4

か年にわたり県内の複数地域の農法が異なる合計 44 筆の水田にてクモ類の発生量を調査し、クモ類を保全する取り組み項目の探索を行った。その結果、「殺虫剤を使用しない」、「畦畔除草剤を使用しない」取り組みがクモ類の保全に有効であることが示唆された（上村ら 2018）。この結果を受けて、本研究ではこれらの取り組みがクモ類の発生量に及ぼす影響をそれぞれ調査し、これらを組み合わせさせた農法のクモ類保全効果を検討した。加えて、この組み合わせさせた農法が主要な害虫であるウンカ・ヨコバイ類の密度に及ぼす影響を考察した。なお、本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「生物多様性を活用した安定的農業生産技術の開発」の助成を受けて実施した。

材料および方法

試験 1 殺虫剤を使用しない取り組みがクモ類の発生量に及ぼす影響

試験は 2015 年に福岡県農林業総合試験場内のコンクリート枠水稻栽培圃場（1 区画 10×4m、品種：ヒノヒカリ、6 月 25 日移植）で実施した。供試圃場の栽培管理は県栽培基準に従って行った。

供試圃場において、栽培期間中に殺虫剤の使用をしない区（以下、無防除区）と、慣行防除を行う区（以下、慣行防除区）を各区 4 区画設けた。慣行防除区における殺虫剤の使用は第 1 表のとおりとした。調査対象は水田内のコモリグモ類並びにアシナガグモ類の成体および概ね 3mm 以上の幼体とし、コモリグモ類はイネ株払い落としで、

*連絡責任者（病害虫部：kanako9991@farc.pref.fukuoka.jp）

第1表 試験区の殺虫剤使用実績

試験区	散布日 (月/日)	薬剤名
無防除	-	-
	6/25	フィプロニル粒剤
慣行防除	8/4	ジノテフラン・ブプロフェジン水和剤
	8/27	エチプロール・シラフルオフェン水和剤

アシナガグモ類はすくい取りで捕獲した。イネ株払い落としは粘着板（商品名 SE トラップ，サンケイ化学社製）を使用し，区画あたり 4 か所，1 か所につき 2 株おきに 5 株，2 回払いとした。すくい取りは口径 36cm，柄の長さ 1m の捕虫網を使用し，区画あたり 2 か所，片振り 20 回とした。調査は 7 月中旬から 9 月下旬にかけて約 7 日間隔で行った。

試験2 畦畔除草剤を使用しない取り組みがクモ類の発生量に及ぼす影響

試験は 2015 年に福岡県筑紫野市西小田の普通期水稻を栽培する現地水田（品種：元気つくし，6 月下旬移植）で実施した。供試圃場の栽培管理は農家に一任し，県栽培基準に従い行った。

供試圃場において，水稻栽培期間中に畦畔除草を機械のみで行う区（以下，機械除草区）と，除草剤を使用する区（以下，除草剤区）を各区 5 圃場設定した。畦畔の機械除草および除草剤散布は農家の判断で定期的に行われた。なお，機械除草区，除草剤区とも，6 月下旬にフィプロニル・チアジニル・フラメトピル粒剤を育苗箱に施用し，9 月上旬にジノテフラン・ブプロフェジン水和剤とトリシクラゾール水和剤を散布した。調査は試験 1 と同様の方法で，8 月中旬から 9 月下旬にかけて約 14 日間隔で行った。ただし，畦畔におけるコモリグモ類の調査対象は，水田での主要種であるキクヅキコモリグモとキバラコモリグモの 2 種とした。

試験3 クモ類保全農法における水田内と畦畔のコモリグモ類および水田内のウンカ・ヨコバイ類の発生量の調査

調査は 2017 年に県内 3 地域（宗像市，嘉麻市，大刀洗町）の普通期水稻を栽培する現地水田で実施した。畦畔に除草剤を使用せず，殺虫剤散布回数が調査地域での慣行栽培と同等以下の場合をクモ類保全農法とした。この農法に対して，畦畔に除草剤を使用する，もしくはコンクリート砕畦畔であり，殺虫剤散布回数が調査地域のクモ類保全農法圃場の場合と同等以上の圃場を選定し，農家慣行農法とした。調査圃場の概要は第 2 表のとおり。調査対象は，福岡県の水田で主に発生するキクヅキコモリグモとキバラコモリグモの 2 種およびウンカ・ヨコバイ類とした。これら 2 種のコモリグモ類およびウンカ・ヨコバイ類ともに水田内の調査は試験 1 に準じて払落しにて行った。畦畔の調査は 2 種のコモリグモ類を対象に家庭用粘着トラップ（商品名ごきぶりホイホイ，アース製薬社製）による捕獲調査とした。粘着トラップは誘引餌を入れずに三角筒形に組み立て，雨から保護するため開口部以外にラップを巻いて使用した。これを畦畔の 4 か所におおむね等間隔に設置し，3～9 日後に回収して捕獲された 2 種のコモリグモ類を計数した。調査は 8 月～9 月に計 5 回行った。

統計処理

試験 1 と試験 2 に関して，水田内のコモリグモ類とアシナガグモ類の発生量を比較するために，各試験区の捕獲数を水田内のコモリグモ類とアシナガグモ類は平方根変換 ($\sqrt{n+0.5}$)，畦畔のコモリグモ類は平方根変換 ($\sqrt{n+0.05}$) して得られた値を応答変数，試験区を説明変数，調査日を変量効果としてそれぞれ反復測定分散分析を行った。

試験 3 に関して，コモリグモ類とウンカ・ヨコバイ類の発生量を比較するために，各調査区の捕獲数を水田内コモリグモ類は平方根変換 ($\sqrt{n+0.5}$)，畦畔のコモリグ

第2表 調査圃場の概要

調査地域	農法	育苗箱 施薬の 使用	本田 除草剤 の使用	本田殺虫剤の使用			畦畔 除草 の方法
				散布 回数	散布日 (月/日)	薬剤名	
宗像	クモ類保全	×	×	0	-	-	機械除草
	慣行	○	○	1	9/2	ジノテフラン液剤	除草剤
嘉麻	クモ類保全	○	○	1	8/18	エチプロール水和剤	機械除草
	慣行	○	○	1	8/1	ジノテフラン水溶剤	除草剤
大刀洗	クモ類保全	×	○	2	8/27	エチプロール水和剤	機械除草
					9/10	ジノテフラン液剤	
	慣行	○	○	3	8/11	エトフェンブロックス マイクロカプセル剤	- (コンク リート 砕)
					8/20	ジノテフラン液剤	
				8/27	ジノテフラン粉剤		

1) 表中の○は使用あり，×は使用なしを示す

モ類は平方根変換 ($\sqrt{n+0.05}$), ウンカ・ヨコバイ類は対数変換 ($\log_{10}(n+0.5)$) して得られた値を応答変数, 農法を説明変数, 調査地域を变量効果としてそれぞれ混合モデルの分散分析を行った。全ての統計処理には JMP version 9 (SAS Institute, 2010) を用いた。

結果

試験1 殺虫剤を使用しない取り組みがクモ類の発生量に及ぼす影響

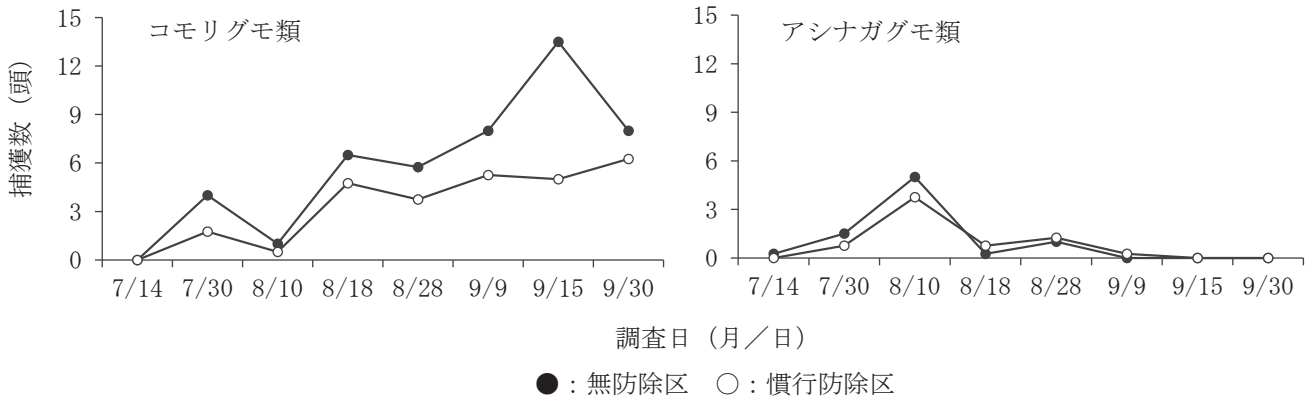
試験内コンクリート柵圃場で捕獲された主なコモリグモ類とアシナガグモ類は, それぞれキクヅキコモリグモとヤサガタアシナガグモであった。コモリグモ類の捕獲数は無防除区で有意に多かったが, アシナガグモ類の捕獲数に有意差は認められなかった(反復測定分散分析, コモリグモ類: $df=1, F=12.459, P=0.000$, アシナガグモ類: $df=1, F=0.2875, P=0.594$) (第1図)。

試験2 畦畔除草剤を使用しない取り組みがクモ類の発生量に及ぼす影響

筑紫野市の水田内において捕獲された主なコモリグモ類とアシナガグモ類は, それぞれキクヅキコモリグモとヤサガタアシナガグモであった。水田内におけるコモリグモ類の捕獲数は機械除草区で有意に多かったが, アシナガグモ類の捕獲数に有意差は認められなかった(反復測定分散分析, コモリグモ類: $df=1, F=5.480, P=0.025$, アシナガグモ類: $df=1, F=0.015, P=0.901$) (第2図)。また, 畦畔におけるコモリグモ類の捕獲数は, 機械除草区で有意に多かった(反復測定分散分析, $df=1, F=6.963, P=0.011$) (第3図)。

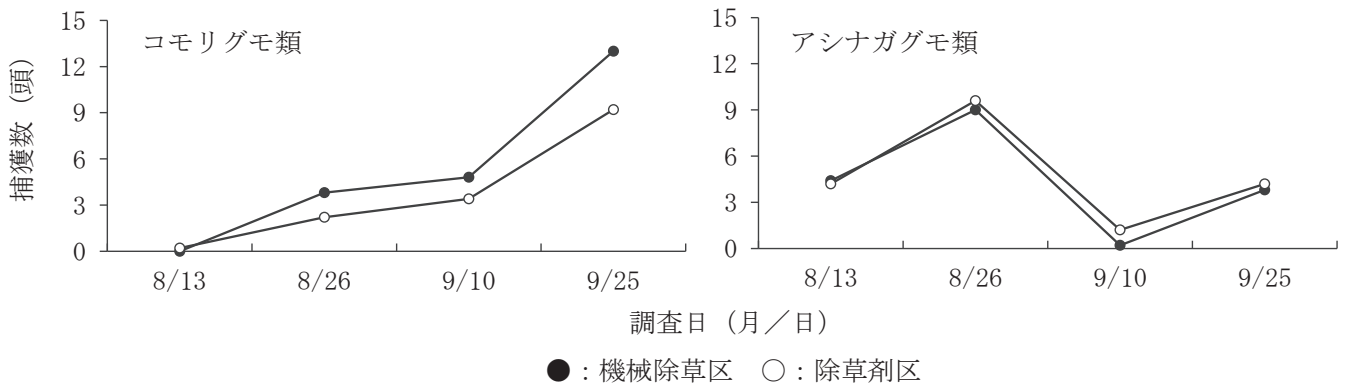
試験3 クモ類保全農法における水田内と畦畔のコモリグモ類および水田内のウンカ・ヨコバイ類の発生量の調査

宗像市, 嘉麻市, 大刀洗町のいずれの地域においても,



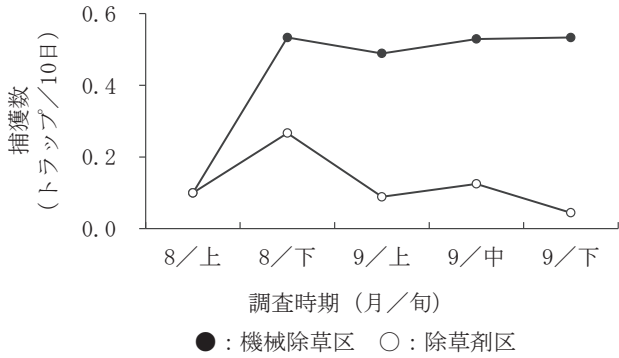
第1図 殺虫剤散布の有無によるコモリグモ類とアシナガグモ類の捕獲数の推移 (2015年 福岡農林試内)

- 1) コモリグモ類の捕獲数のみ試験区間で有意差有り (反復測定分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値



第2図 異なる畦畔雑草管理における水田内のコモリグモ類とアシナガグモ類の捕獲数の推移 (2015年 筑紫野市)

- 1) コモリグモ類の捕獲数のみ試験区間で有意差有り (反復測定分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値



第3図 異なる畦畔雑草管理における畦畔のコモリグモ類の捕獲数の推移 (2015年 筑紫野市)

- 1) 試験区間で有意差有り (反復測定分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値

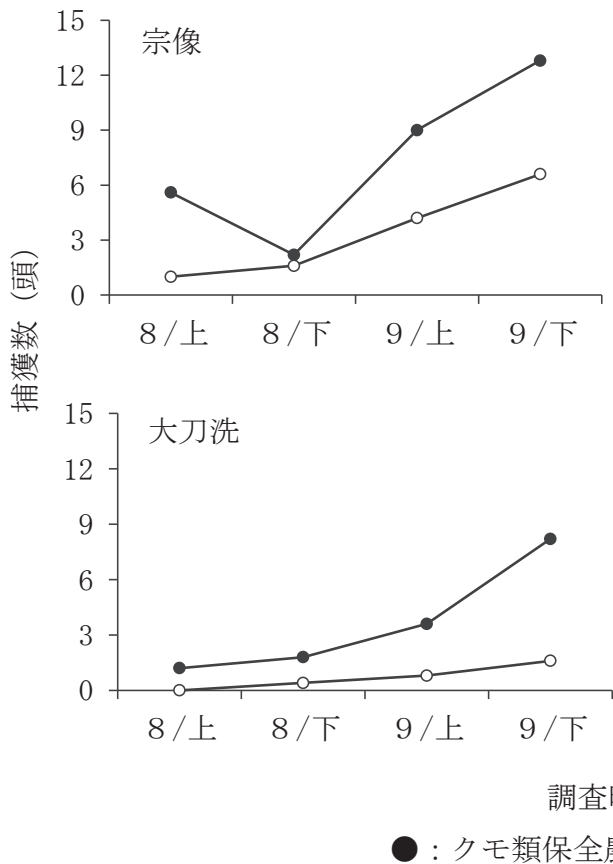
水田内および畦畔で捕獲された個体の多くはキクヅキコモリグモであった。水田内および畦畔における2種のコモリグモ類、水田内のウンカ・ヨコバイ類の捕獲数はいずれも農法間で有意差が認められ (農法を説明変数, 調査地域を变量効果とした混合モデルの分散分析, 水田内コモリグモ類: $df=1, F=15.184, P=0.000$, 畦畔コモリグモ

類: $df=1, F=6.024, P=0.017$, ウンカ・ヨコバイ類: $df=1, F=6.950, P=0.009$), コモリグモ類保全農法を行う圃場で多かった (第4図, 第5図, 第6図)。ただし、嘉麻と大刀洗のコモリグモ類保全農法におけるウンカ・ヨコバイ類の密度は農家慣行農法と比較して増加する傾向であった。一方、宗像のコモリグモ類保全農法におけるウンカ・ヨコバイ類の密度は農家慣行農法と比較して、初期密度は高い傾向であったが、徐々に抑制され、栽培後期には同等かそれ以下となった (第6図)。

考 察

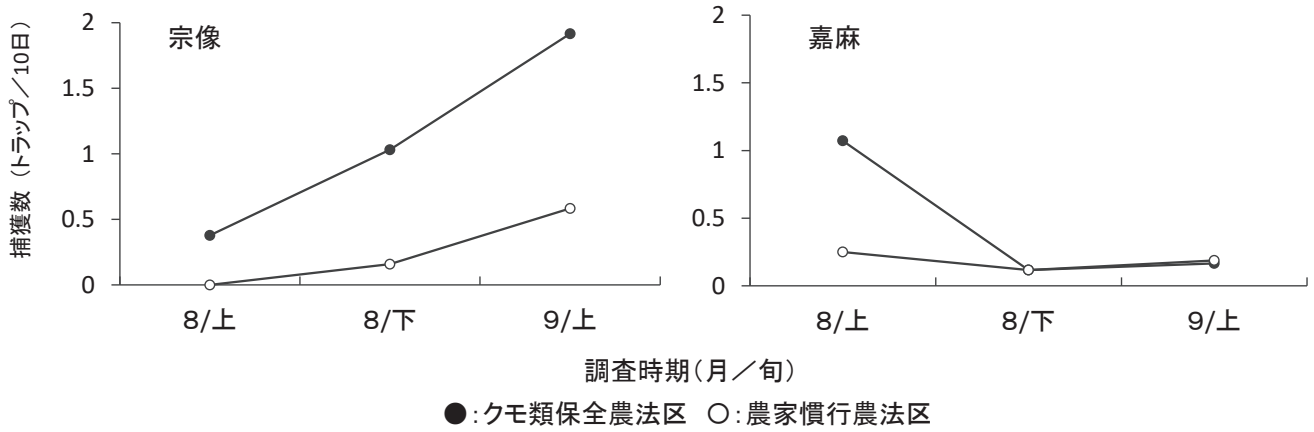
本研究ではコモリグモ類とアシナガグモ類の2種のコモリグモ類の保全を目指し、これらが保全されると考えられた取り組み項目「殺虫剤を使用しない」を試験1で、「畦畔に除草剤を使用しない」を試験2で検証した。さらに、これらを組み合わせた農法をコモリグモ類保全農法とし、試験3で複数地域にてコモリグモ類に対する保全効果を実証した。

試験1と2の結果から、コモリグモ類に対しては、殺虫剤と畦畔除草剤使用の影響が明らかとなった。試験1において、使用した薬剤は粒剤の育苗箱施用と本田散布



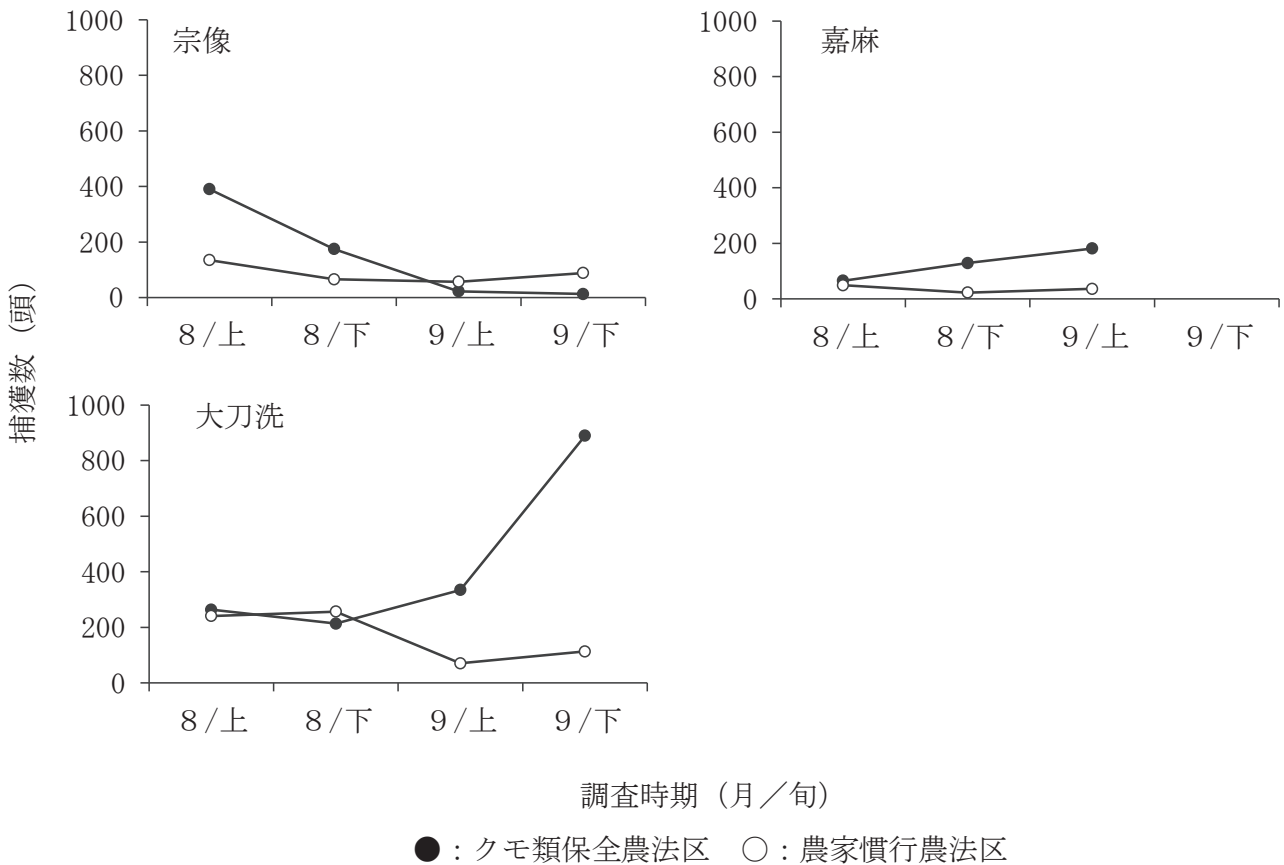
第4図 異なる農法における水田内のコモリグモ類の捕獲数の推移 (2017年)

- 1) 試験区間で有意差有り (混合モデルの分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値



第5図 異なる農法における畦畔のコモリグモ類の捕獲数の推移 (2017年)

- 1) 試験区間で有意差有り (混合モデルの分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値
- 3) 大刀洗地区は畦畔の構成が他地区と異なるため除外した



第6図 異なる農法における水田内のウンカ・ヨコバイ類の捕獲数の推移 (2017年)

- 1) 試験区間で有意差有り (混合モデルの分散分析)
- 2) 捕獲数は各試験区の平均値
- 3) 9月下旬調査時における大刀洗のクモ類保全農法区でのウンカ・ヨコバイ類の捕獲数の増加原因は、トビイロウンカの発生数増加によるもの

剤であった。粒剤の育苗箱施用は、有効成分が土壌中からイネ体に吸収され、イネを吸汁または食害することにより殺虫効果を発揮するため、捕食者であるクモ類に対して直接的な影響があるとは考えにくく、クモ類の保全に適した害虫防除技術であると考えられる。しかしながら、小山・城所 (2003) は主要な育苗箱施薬剤であるフィプロニル粒剤の育苗箱施用により、本田後期にキバラコモリグモを主体としたクモ類の増殖が抑制される現象を圃場試験にて報告し、原因に田面水に溶出した成分による影響、食物連鎖を通じた薬剤の影響、餌種の減少による影響を挙げている。フィプロニルは室内の散布試験でキクヅキコモリグモに対する影響が認められているが (小林 2000)、疎水性で土壌吸着性が高く、水中に溶け出す量は微量であること (早坂 2014) を考慮すると、粒剤の育苗箱施用により田面水に溶出した成分による影響は比較的低いと考えられ、餌質や餌種による影響が大きいと推察される。ただし、薬剤の種類によっては、溶出した成分による影響も否定できない。このため、これらの間接的な影響については、殺虫剤の種類ごとに今後十分に検討する必要がある。

本田殺虫剤については以前より川原 (1971) がクモ類に対する悪影響を報告している。また、田中ら (1990) は主要な本田殺虫剤であるエトフェンプロックスがキクヅキコモリグモに対して薬剤感受性が高いことを報告しており、水田内に散布するとクモ類の密度が低下することがあるとしている (田中・佐藤 1988)。これらのことから、本田の殺虫剤散布はコモリグモ類に対する直接的な悪影響があると考えられる。直接的な影響がない薬剤についても、産卵数の減少など次世代の増殖に関する影響が考えられるため、クモ類を保全するためには、本田殺虫剤の使用回数はできる限り控える必要がある。

畦畔はクモ類の温存場所として重要であるとされており (村田 1995)、稲垣ら (2012) は除草剤を使用した畦畔では、コモリグモ類の個体数が少ないことを報告している。試験 2 の結果から、畦畔のコモリグモ類を保全した結果、畦畔だけでなく水田内におけるコモリグモ類の個体数が増加した。ただし、試験圃場は減農薬栽培に取り組んでおり、殺虫剤の散布回数は県内の慣行防除 (2回) より少ないため、畦畔の取り組みの影響をより強く水田内に反映すると考えられた。そのため、慣行防除を行う圃場においても畦畔の取り組みの影響が水田内まで及ぶか検討する必要がある。いずれにせよ、水田内のコモリグモ類の発生量は、圃場の周辺環境の影響を受けることが明らかとなったので、コモリグモ類の保全に向けて、本田殺虫剤の使用回数削減や畦畔に除草剤を使用しない取り組みを広域的に行うことがより効果的だと考えられた。

アシナガグモ類は殺虫剤に対する薬剤感受性が高いため (Tanaka *et al.* 2000)、コモリグモ類よりも取り組みの影響を強く受けると考えられた。しかし、アシナガグモ類は試験 1、試験 2 のいずれの試験区でも小発生で、有意差を得られなかった。アシナガグモ類に対する殺虫剤および除草剤削減の効果は、気候や森林面積率などの周

囲の自然環境の影響を受けて地域間で異なることが明らかになっており (Amano *et al.* 2011)、より多くの地域で検証を重ねる必要性が考えられた。また、アシナガグモ類は水田や用水路、池、溪流などの水辺に生息していることが知られており、栽培期間中の水管理の影響を受けた可能性が考えられた。特に、水稻の栽培管理技術として中干しが最もアシナガグモ類に水分ストレスを与える管理項目として考えられるが、本研究の対象とした調査圃場はすべて中干しを実施しており、アシナガグモ類に対して強い水分ストレスを与えた可能性が高い。中干しの不実施田では、実施田と比べてアシナガグモ類の個体数が多いことが報告されており (西川ら 2017)、このことが、本研究においてアシナガグモ類がいずれの試験区においても小発生となったことに関係している可能性が考えられた。

試験 3 の結果から、クモ類保全農法を実施することにより、コモリグモ類は保全されることが明らかとなった。その一方で、ウンカ・ヨコバイ類の密度は高くなったものの、調査地点間で傾向が異なり、宗像では慣行農法と比較して密度が抑制されたが、嘉麻と大刀洗では増加した。コモリグモ類は水稻の出穂直前および出穂以降に個体数が増えるとされているが (農林水産省農林水産技術議会事務局ら 2012a)、宗像地区のクモ類保全農法実施圃場においては、出穂前である 8 月上旬から個体数が非常に多いという特徴があった。川原ら (1974) によれば、コモリグモ類は定住性が強く、無農薬栽培の圃場での密度は年々上昇するといわれている。また、田中 (2009) は天敵が有効に働くためには天敵の初期密度を高めることが必要であると述べている。当該圃場は、長年にわたり無農薬栽培に取り組んでおり、コモリグモ類が水田内で初期密度を高めやすい栽培環境であったと考えられる。コモリグモ類は生物多様性の指標生物の一つでもあり、宗像地区の圃場では多様な天敵相が高い密度で保持されていると考えられ、このことがウンカ・ヨコバイ類の密度抑制の一因と考えられた。

なお、本研究においてはすべての調査地点で害虫類による水稻に対する経済的被害は確認されなかった。しかし、害虫類の発生量は、地域やその年の気候条件によって大きく左右される。したがって、クモ類保全農法を実施するには圃場における害虫類の発生状況を定期的に把握することが重要である。害虫類の密度が要防除水準を超えるようであれば、殺虫剤の散布を検討する必要があるものの、クモ類保全農法は水稻栽培における害虫防除と水田での生物多様性の保全の両面に貢献できる技術として期待される。

謝 辞

本研究の実施に当たり、試験圃場を提供して下さった生産者の方々と、試験圃場の選定をいただいた福岡県福岡農林事務所福岡普及指導センターおよび北筑前普及指導センター、福岡県飯塚農林事務所飯塚普及指導

センター，福岡県朝倉農林事務所久留米普及指導センターの方々に深く御礼申し上げます。

引用文献

- Amano T, Kusumoto Y, Okamura H, Baba YG, Hamasaki K, Tanaka K, Yamamoto S (2011) A macro-scale perspective on within-farm management: how climate and topography alter the effect of farming practices. *Ecol. Lett.* 14:1263–1272.
- 早坂大亮(2014)水田メソコスムによる生物群集に及ぼす殺虫剤の影響に関する研究. *日本農薬学会誌* 39:108–114.
- 稲垣栄洋・市原 実・松野和夫・済木千恵子・山口 翔・水元駿輔・山下雅幸・澤田 均(2012)水田畦畔の植生管理の違いが斑点米カメムシおよび土着天敵の個体数に及ぼす影響. *日緑工誌* 38:240–243.
- 川原幸夫・桐谷圭治・笹波隆文(1971)各種殺虫剤のツマグロヨコバイおよびクモ類に対する選択性. *防虫化学* 36:121–128.
- 川原幸夫・桐谷圭治・垣矢直俊(1974)キクズキコモリグモ(*Lycosa pseudoannulata*(BOES. et STR.))の個体群生態. *高知県農林技術研究所研究報告* 6:7–22.
- 桐谷圭治(2009)生物間相互作用と害虫管理(安田弘法・城所 隆・田中幸一(編)). *京都大学学術出版会*, 京都, p. 259–261.
- 北澤 健・江波義成・近藤 篤・那須大城(2011)環境こだわり農業が水田の生物相に及ぼす効果を評価するための指標生物選抜の試み. *滋賀県農技セ研報* 50:61–98.
- 小林茂之(2000)水稲育苗箱処理が在来天敵クモ類を活かす. *グリーンレポート* 351:16.
- 小山 淳・城所 隆(2003)水田内のクモ類, アカネ属トンボ幼虫およびユスリカ類成・幼虫に対する水稲初期害虫防除の影響. *北日本病虫研報* 54:123–125.
- 村田浩平(1995)環境保全型水田におけるクモと被食者に関する研究—栽培管理が発生消長に与える影響—. *Acta arachnol.* 44:83–96.
- 西川 潮・赤沼宏美・小林頼太(2017)無農薬稲作での連続的な湛水管理は水田の動物群集にどのような影響を与えるのか? *日本生態学会第64回大会講演要旨*: I01-03(講要).
- 農林水産省(2007)農林水産省生物多様性戦略. 東京, http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/s_senryaku/ (2018年7月10日閲覧)
- 農林水産省農林水産技術会議事務局, (独)農業環境技術研究所, (独)農業生物資源研究所(編)(2012a)農業に有用な生物多様性の指標生物調査・評価マニュアル I 調査法・評価法, p. 10.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局, (独)農業環境技術研究所, (独)農業生物資源研究所(編)(2012b)農業に有用な生物多様性の指標生物調査・評価マニュアル II 資料, p. 10–11.
- 田中幸一・佐藤昭夫(1988)水稻のウンカ・ヨコバイ類に対する新殺虫剤の効果判定とクモ類に対する影響. *九病虫研会報* 34:93–96.
- 田中幸一・風野 光・遠藤正造(1990)水田に生息するクモ類3種の薬剤感受性. *九病虫研会報* 36:97–99.
- 田中幸一(2009)生物間相互作用と害虫管理(安田弘法・城所 隆・田中幸一(編)). *京都大学学術出版会*, 京都, p. 231–233.
- Tanaka K, Endo S, Kazano H (2000) Toxicity of insecticides to predators of rice planthoppers: Spiders, the mirid bug and the dryinid wasp. *Appl. Entomol. Zool.* 35:177–187.
- 上村香菜子・清水信孝・手柴真弓・柳田裕紹・石井貴明・梶谷裕二・菊原賢次(2018)西南暖地水田におけるクモ類保全効果の高い農法. 第62回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集, p. 51(講要).