棚田畦畔の草刈り管理がコモリグモ類の個体数の動態に 及ぼす影響

静岡県菊川市倉沢地区の「千框の棚田」の調査事例

Effect of mowing ridges on the population density of wolf spiders in rice terraces

A study of the rice terraces of Kurasawa district, Kikugawa, Shizuoka

稲垣 栄洋* 松野和夫* 大石智広* 高橋智紀*

Hidehiro Inagaki* Kazuo Matsuno* Tomohiro Ohishi* Tomoki Takahashi*

(*静岡県農林技術研究所)

(*Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry)

I はじめに

農業に過度に依存しない IPM (総合的害虫管理) を進める上で、害虫を捕食したり、害虫に寄生する土着天敵のはたらきが注目されている。欧州では、土着天敵などの農業に有用な生物多様性は持続的な農業を実現するための重要な資源の一つと認識されており、農地の周囲のヘッジロウやフィールドマージンなどの緑地帯によって生物多様性を保全するとともに、土着天敵の密度を高める試みが行われている¹⁾。また、これらの管理は、環境直接支払いのために取り組むべきオプションともなっている。

一方、日本では、欧州のように農地周辺の環境を活用して、土着天敵を増加させることは積極的には行われてこなかった。しかしながら、2007 年に農林水産省生物多様性戦略が策定され²⁾、農業環境における生物多様性が着目される中で、土着天敵など農業に有用な生物の保全が重要視されつつある。

水田のコモリグモ類は、水田にもっとも普通に見られる代表的な徘徊性のクモであり、広食性の捕食者であることから、水稻害虫の捕食性天敵としての役割が期待される。水田内のコモリグモ類の個体群は、耕起・代かきの方法や農薬散布の影響を受けて減少し、水田の外からの侵入した個体によって形成されることが明らかとなっている³⁾。そのため、水田内のコモリグモの個体数を維持するためには不耕起栽培や、無農薬栽培が有効である^{4,5,6)}。しかしながら、不耕起や無農薬栽培を行うためには、稲の栽培体系を大きく改変しなければならない。

一方、日本では、欧州に見られる農地周囲の緑地帯の管理のような特別な生物多様性保全は行われていないものの、水田はもともと、湛水するために畦畔が形成されており、草刈り等の管理によって植物が自生する草地環境が保たれている。慣行農法において、耕起や農薬散布によって減少した個体群が水田外部からの供給によって維持されているとすれば、水田周囲の畦畔をコモリグモの供給源として機能していることも考えられる。また、さらには畦畔の管理手法によって、コモリグモ類を保全したり、増殖できることが示唆される。しかしながら、畦畔管理とコモリグモの個体数との関係については明らかとなっていない。

そこで本研究は、水田面積に対して畦畔面積が広いことから畦畔の機能を評価しやすく、さらに、多くの管理者によって管理され、管理者によって畦畔管理方法が異なる棚田の特徴に着目し、棚田における畦畔植生の違いや、草刈り管理の違いがコモリグモの個体数に及ぼす影響について調査を行った。

一方、欧州では、農地周辺の緑地帯の草刈り時期をずらしたり、一部を刈り残すことによって、土着天敵を含めた生物種の生息場所の保全を行っている⁹⁾。これに対して、日本で行われる刈払い機による草刈りは、植物を除去するにとどまらず、露出した土壌を削りながら行われることも少なくない。このような過度の草刈り圧は、畦畔に生息するコモリグモに大きな影響を与えていることが懸念される。そこで、草刈りの高さを地際でなく、一定の高さで行うことによって、攪乱を減少しコモリグモの個体数を増加できるのではないかと仮説し、試験的

に肩掛け式刈払い機による草刈り高を高める管理手法の効果についても検証を行った。

II 調査地と調査方法

1. 調査地の概要

静岡県菊川市倉沢地区の「千框の棚田」を調査地とした(図1)。菊川市は静岡県の中西部地域に位置する中都市である。倉沢地区は菊川市北東部に位置し、大井川下流右岸の洪積台地である牧之原台地と小笠山丘陵にはさまれた低平地を流れる菊川流域にある。調査地の棚田は、牧之原台地西斜面のすり鉢状の地形の中に残る畑-水田地形連鎖系の棚田であり、標高80m~140mの範囲に広がっている。地滑り地帯に拓かれた棚田は石垣を用いず、土披によって畦畔が形成されている。棚田枚数は188枚であり、棚田面積1.5haのうち畦畔面積が0.7haを占めている。棚田の管理は地域の棚田保全推進委員会と4戸の農家とがそれぞれ行っている。4戸の農家によって管理されているエリア(以下、農家管理エリア)は、草刈り時期は農家によって異なるが、同じ農業者によって管理されている水田は、比較的植生が均一であることで特徴づけられる。一方、棚田保全推進委員会によって管理されるエリア(以下、保全エリア)は、草刈り日等は統一されているが、棚田オーナーやボランティアなど、さまざまな参加者によって草刈りが行われることから、畦畔によってさまざまな植生が見られる点で特徴づけられる。

農家管理エリア、保全エリアともに、田植えは5月下旬から6月上旬に行われる。畦畔管理は肩掛け式刈払い機によって行われており、畦畔への除草剤の散布は行われていない。また、保全エリアは本田への殺虫剤、除草剤ともに散布は行われていないのに対し、農家管理エリアは、エチプロール・シラフルオフェン水和剤(商品名:キラップジョーカーフロアブル)の散布が行われている。

2. 調査方法

(1) 棚田畦畔の徘徊性クモ相

コモリグモ類の種の同定は顕微鏡下での生殖器の観察が必要であり、野外では種の判別が困難である。そのため、ピットホールトラップで捕獲したコモリグモ類の種組成を調査した。

調査は、2008年5月21日に径10cmのピットホールトラップを6カ所に設置した。ピットホールトラップの設置位置は図1のとおりである。ピットホールトラップには餌や誘引剤は使用しなかった。2週間後の2008年6月4日にトラップを回収し、トラップ内に捕獲された徘徊性クモ類を70%エタノールによって固定した後、顕微鏡下で種を同定した。

(2) 畦畔植生がコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

草刈り時期が同一である保全エリアを6つのブロックに分けて、各ブロックから4本の畦畔を無作為に抽出し、計24本の畦畔を対象に、畦畔の植生とコモリグモ類の個体数の調査を行った。調査は2007年9月4日に行い、畦畔1本当たり、畦畔を5等分した地点の両端を除いた中の3点を対象に0.5m×1mのコドラートを設置し、コドラート内のコモリグモ類の個体数を見取りで計測した。コモリグモ類の個体数の調査は、午前9時30分から11時30分の時間帯で行った。

また、コドラートごとに被度5%以上の出現草種について、草高と被度を測定して積算優占度(SDR₂)を算出し、各植物種の積算優占度をPC-ORD(MjM Software Design, Oregon, U.S.A)を用いてTWINSPAN(Two-way Indicator Species Analysis)解析による類型化を行った。TWINSPANは類型化された筆数が3筆以上となるように行った。なお、調査対象とした範囲は2007年7月8日、8月5日に草刈りが行われている。

図1 調査地の概要 (○: ピットホールトラップ設置位置)

Fig.1 Outline of study area. (○: position of pitfall traps)

表1 記録された徘徊性クモ類の種名と個体数
Table 1 Number of individuals of wandering spiders species recorded.

種名	学名	個体数計	成体		亜成体		幼体
			♂	♀	♂	♀	
コモリグモ科	イナダハリゲコモリグモ <i>Pardosa agararia</i>	12	5	7			
	ハリゲコモリグモ <i>Pardosa laura</i>	1		1			
	キクヅキコモリグモ <i>Pardosa pseudoannulata</i>	1	1				
	チビコモリグモ <i>Pirata procurvus</i>	10	7	3			
	ヒノマルコモリグモ <i>Tricca japonica</i>	8		4			2
コモリグモ以外の徘徊性クモ類	フジイコモリグモ <i>Arctosa fujii</i>	1		1			1
	オオヤミイロカニグモ <i>Xysticus saganus</i>	9	6	1			2
	ヒメチャワシグモ <i>Cledothela parva</i>	1		1			

(3) 畦畔の草刈り時期がコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

農家エリアの4戸の農家(A,B,C,D)の棚田の南北方向のすべての畦畔13本を対象に、畦畔1本当たり、畦畔を5等分した地点の両端を除いた中の3点を対象に0.5m×1mのコドラートを3カ所ずつ設置し、2007年8月7日から2週間ごとに9月4日までコドラート内のコモリグモ類の個体数を見取りで計測した。調査は午前9時30分から11時30分の時間帯で調査を行った。

なお、各農家による草刈りは、肩掛け式刈払い機によってそれぞれに行われている。

(4) 草刈りの高さがコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

保全エリアの棚田畦畔のうち4月時の植生が比較的均一である5本の畦畔を対象とした(図1)。調査区は、肩掛け式刈払い機を用いた草刈りの高さを20cmの位置で高刈りした高刈り区と、慣行により地際で草刈りを行う慣行区を設定した。草刈り時期は、現地慣行に合わせて2008年7月13日、8月10日、9月7日の3回とした。調査は、1試験区当たり0.5m×1mのコドラートを3カ

所ずつ設置し、田植え後の2008年6月3日から稲刈り前の10月1日まで、2週間ごとにコモリグモ類の個体数と群落高を調査した。コモリグモ類の個体数の調査は、午前9時30分から11時30分の時間帯で見取り調査で行った。また、それぞれの草刈り前の7月30日、8月27日、10月7日には前畦と畦の法面側について出現草種の草高と被度を計測し、植物種ごとの積算優占度(SDR₂)を算出した。

III 結果

1. 棚田畦畔の徘徊性クモ相

畦畔のクモ相を表1に示した。8種43個体が記録され、うち6種33個体がコモリグモ科であった。コモリグモ類では、特にイナダハリゲコモリグモ、チビコモリグモ、ヒノマルコモリグモの3種の出現数が多かった。

2. 畦畔植生がコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

TWINSPAN解析の結果、畦畔植生はAからFの6つの群落タイプに類型化された(図2)。TWINSPANの第

図2 TWINSPANによる畦畔植生の類型とコモリグモ類の個体数

第1分割でコモリグモの個体数にt-検定5%水準で有意差あり

Fig.2 Cluster analysis of vegetation levee by TWINSPAN and individuals of wolf spiders.

* indicate significant by t-test at $P < 0.05$

1 分割では、ヒデリコやテンツキなど小型のカヤツリグサ科一年生雑草の有無によって区分された。第2分割では、ヒデリコやテンツキがあるグループはスギナの有無により区分され、さらにスギナのあるグループはエノコログサの有無によって区分された。一方、ヒデリコやテンツキのないグループはチガヤの有無によって区分され、さらにチガヤのないグループは、イヌビエの有無によって区分された。

群落タイプごとのコモリグモ類の個体数は、各グループ間の多重検定で統計的な差異は見られなかったものの、第1分割のヒデリコやテンツキの有無の比較では、ヒデリコやテンツキのあるグループで、ヒデリコやテンツキがないグループに比してコモリグモ類の個体数が有意に少ない傾向が認められた ($P=0.03$)。

3. 畦畔の草刈り時期がコモリグモ類の個体数の動態に及ぼす影響

各農家における草刈り時期とコモリグモ類の個体数の推移を図3に示した。8月に草刈りを行わなかった農家Aでは、コモリグモ類の個体数は調査期間中にほとんど増減せず、ほぼ一定で推移した。一方、8月10日に草刈り管理を行った農家Bでは、草刈り後の8月23日調査時にコモリグモ類の個体数が著しく増加した。また、9月1日に草刈りを行った農家C、農家Dでは、草刈り後の9月4日調査時にコモリグモ類が増加する傾向が認められた。農家C、農家Dでは調査日の9月4日は草刈り直後であったために、調査時において植物の再生は認められず、コモリグモ類は草刈り後に敷き草状に放置された植物残渣の下で多く観察された。

4. 草刈りの高さがコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

植生調査の結果、地際で草刈りを行った慣行区の畦畔はメヒシバ ($SDR_2=0.677$)、イヌビエ ($SDR_2=0.512$)、ヒメクグ ($SDR_2=0.324$) などの優占度が高い植生であったのに対し、草刈り高を20cmとした高刈り区では、コブナグサ ($SDR_2=0.879$) やハイヌメリ ($SDR_2=0.670$) の優

図3 草刈り時期の異なる水田畦畔におけるコモリグモ類の個体数の推移
エラーバーは標準偏差

Fig.3 Effect of the time of mowing on the number of wolf spiders in levees.

The error bars indicate standard deviation.

図4 高刈り管理が畦畔の群落高さとコモリグモ類の個体数に及ぼす影響

Fig.4 Effect of mowing at different heights on height of plant community and number of wolf spiders in levees.

占度が高い植生が成立した。

慣行区と高刈り区における畦畔のコモリグモ類の個体数の推移を図4に示した。慣行区では草刈りから次の草刈りまでの間に群落の高さが20~25cmに伸長したのに対して、20cmの高さで草刈りを行った高刈り区では、20~30cmの範囲で群落高が推移した。

また慣行区では、草刈り後にコモリグモ類の個体数が増加する傾向が認められた。一方、高刈り区では、7月下旬以降減少し、8月中旬以降増加する個体数の推移を示した。この発消長は、慣行区と類似しているものの、高刈り区では、草刈り後のクモ類の個体数の増加が見られず、結果としてコモリグモ類の個体数は、慣行区に比して低く推移した。

IV 考察

1. 畦畔の草刈りがコモリグモに個体数に及ぼす影響

コモリグモ類の個体数は、草刈りの時期にかかわらず、草刈りの直後に著しく増加する傾向が得られた(図3)。このことから、畦畔の草刈り作業はコモリグモ類の個体群密度を高める上で有効であると考えられる。

コモリグモ類の密度に対する草刈りの影響については採草地での調査報告があり、刈り取りによって変動しないとするHowellらの報告⁷⁾や刈り取後によって高まるというJensenらの報告⁸⁾があるが、棚田畦畔における本調査の結果はJensenらと同様の傾向を示した。

畦畔の草刈りによってコモリグモが増加した要因は明確ではない。コモリグモの個体数の増加は、草刈りの数日後の短い期間で観察されることから、繁殖によって増殖していることは考えにくく、周辺環境から集まってきたと推察される。また、草刈り後は刈りとった草を持ち出すが、すべて持ち出されることはないため、刈られた草が畦畔に放置されて敷き草のようになる。草刈り後のコモリグモ類の多くは、その敷き草の下で多く観察された。このことから、敷き草の環境がコモリグモ類の生息場所として好適環境であることが示唆される。今後、畦畔におけるコモリグモの個体群を保全する目的では、このような敷き草を意図的に行うことの検討も重要であろう。しかしながら、敷き草がコモリグモの隠れ場所として機能しているのか、あるいは敷き草環境によって餌動物が増加するのかについては不明である。

一方、畦畔植生とコモリグモ類の個体数との関係では、ヒデリコやテンツキなど小型のカヤツリグサ科一年生雑草で特徴づけられる畦畔ではコモリグモ類が比較的少ないのに対して、チガヤやイヌビエなどのイネ科雑草で特徴づけられる畦畔では、コモリグモ類の個体数が比較的、

多い傾向が得られた(図2)。このことから、コモリグモ類はイネ科植生で特徴づけられる草地性の環境を好むことが推察される。しかしコモリグモ類がイネ科植生を嗜好する要因については不明である。チガヤ植生は草刈りによって成立しやすいことから⁹⁾、草刈りの結果として成立したチガヤ植生とコモリグモ類の増加が一致した可能性も含めて、検討をする必要がある。

2. 高草刈りがコモリグモの個体数に及ぼす影響

本研究では、草刈り高を高くして、草刈りによる攪乱程度を小さくすることによって、コモリグモの個体数を保全できるのではないかと仮説したが、本調査からは、高草刈りの効果は認められず、むしろ高草刈りでは、慣行で行われる地際の草刈りに比してコモリグモ類の個体数は低く推移した(図4)。このことから、コモリグモ類の個体数を増加させるという観点では、高い位置で草を刈る手法は有効ではなく、むしろ、慣行のように地際部で草刈りを行うことが効果的であると考えられる。しかしながら、コモリグモ類の増加は、周辺環境からの移動によって起こることが推察されていることから、草刈り時期をずらすことによって、草刈り作業時のコモリグモの逃げ場所を確保する等の手法については、さらに検討する必要があるであろう。

V おわりに

本調査の結果から、棚田畦畔の草刈り作業によって、草刈り後のコモリグモ類の個体数が増加することが明らかとなった。これまで畦畔の草刈りは、雑草防除や斑点米カメムシの防除という観点のみで行われてきたが、草刈りによって土着天敵であるコモリグモ類が増加するという本調査の知見は、畦畔の草刈り作業に新たな意味づけを提供するであろう。

しかしながら、草刈りによってコモリグモが増加した要因については不明である。ただし、草刈り後に増加したコモリグモ類は、周辺環境から移動してきたことが示唆されることから、今後は周辺環境も含めたコモリグモの移動性について研究を進める必要がある。

また本調査は棚田を対象としたことから、イナダハリゲコモリグモやチビコモリグモを中心としたコモリグモ類が調査の対象となった。静岡県内の平坦地水田に一般に見られるキクツキコモリグモ¹⁰⁾についても同様の結果が得られるかどうか検討する必要がある。

謝辞：本研究は農林水産省交付金プロジェクト「農業に有用な生物多様性の指標及び評価手法の開発」の研究成

果の一部である。記して謝意を表する。また、クモ類の同定をいただいた園田学園女子大学、田中穂積教授に心より深謝する。本研究を実施するにあたり、調査に協力いただいた上倉沢棚田保全推進委員会の皆様をはじめ、菊川市倉沢地区の皆様には厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) Ernst, F. Boller, Fritz Hani and Hans- Mischeal Poehling. Edit. (2004): Ecological infrastructures. Ideabook on functional biodiversity at the farm level. LBL.
- 2) 農林水産省. 2007. 農林水産省生物多様性戦略.
- 3) 川原幸夫・桐谷圭治・笹葉隆文・中筋房夫・大熊千代子 (1969) 水田におけるクモの種類相と個体数の季節的消長, とくにツマグロヨコバイの発生消長と関連して. 四国植物防疫研究 4 : 33-44.
- 4) Ishijima, C., T. Motobayashi, M. Nakai and Y. Kunimi. 2003. Impacts of tillage practice on hoppers and predatory wolf spiders (Araneae: Lycosidae) in rice paddies. Appl. Entomol. Zool. 39: 155-162.
- 5) 日鷹一雅・中筋房夫. 1990. 粗放的でも集約的でもない農法をもとめて. 10-265. 冬樹社, 東京.
- 6) 斉藤邦行・黒田俊郎・熊野誠一. 2001. 水稻の有機栽培に関する継続試験. 日本作物学会紀事 70 : 530-540.
- 7) Howell, J. O. and R. L. Pienkowski. 1971. Spider poplation in alfalfa, with notes on spider prey and effect of harvest. J. Econ. Entomol. 64: 163-168.
- 8) Jensen, P., G. L. Jacobson and D. E. Willard. 1973. Effect of mowing and raking on Colembola. Ecology. 54: 564-572.
- 9) 富永 達・西脇亜也・水口亜樹・江崎次夫. 2007. 雑草モノグラフ 5. チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) .雑草研究 52, 17-27.
- 10) 松野和夫・稲垣栄洋 (2009) : 棚田と平坦地のクモ. 静岡県農林技術研究所編. 静岡の棚田研究 : 27-31. 静岡新聞社, 静岡.

Summary: In order to clarify the effect of vegetation on ridges and ridge-mowing techniques on the population density of wolf spiders, we investigated the seasonal changes in the population density of wolf spiders in rice paddy fields and in the ridges between these fields. A greater number of wolf spiders were detected in the ridges on which the Gramineae *Imperata cylindrical* and *Echinochloa crus-galli* grew than in the ridges on which the Cyperaceae *Fimbristylis miliacea* and *F. dichotoma* grew. The number of wolf spiders hardly changed from August to September in the field where the ridges were not mowed. In contrast, the number of wolf spiders increased considerably after the ridges were mowed, and these spiders were observed under the cut plants in the ridges. However, the number of wolf spiders did not increase when the ridges were mowed at a height of 20 cm from the ground.

(2009年5月15日 受付)

(2009年11月14日 受理)