

棚田復元地の水田内のイネ株上におけるクモ類の多様性と個体数

裴 洪 淑¹・中 村 浩 二^{1,2}

¹ 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻

E-mail: hspei@stu.kanazawa-u.ac.jp

² 〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

E-mail: kojink@staff.kanazawa-u.ac.jp

Biodiversity and abundance of spider assemblages in restored terraced paddies

Hongshu Pei¹ & Koji Nakamura^{1,2}

¹ Graduate School of Science and Technology, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan

E-mail: hspei@stu.kanazawa-u.ac.jp

² Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kanazawa 920-1192, Japan

E-mail: kojink@staff.kanazawa-u.ac.jp

Abstract — The family and species make up of the spider assemblage was studied in terraced paddies located in a small valley (1 ha) in Kanazawa University's "Satoyama area" (74 ha) in the suburbs of Kanazawa City, Ishikawa Prefecture, Japan. The paddies, which are surrounded with deciduous secondary forests, were abandoned in 1984, but have been restored step by step since 2002. Spider samples were taken from the rice plants in the paddies bimonthly in 2009 (July – September) and 2010 (June – October) with two different methods (the pooter and vacuum methods). A total of 12,229 individuals (adults and nymphs), representing in 58 species belonging to 16 families, were collected during the study period. Tetragnathidae and Lycosidae were among the most dominant families, and Tetragnatha maxillosa (Tetragnathidae) was the most abundant species in the samples. Comparing with the samples collected in the preceding study from 2004 to 2006, the proportion of species which are commonly found in paddy fields managed employing common agricultural practices increased in this study.

Key words — spider assemblage, biodiversity, satoyama, terraced paddy, habitat restoration, abundance, annual change

要 旨 — 石川県金沢市郊外にある金沢大学角間キャンパス「里山ゾーン」(74 ha)内の北谷(面積は1 ha, 周囲は広葉二次林)にある棚田(1984年に放棄, 2002年以来復元作業中)において, 棚田の復元に伴うクモ類群集の変化を調査した. イネ株上に生息するクモ類を吸虫管法(2009年と2010年)とバキューム法(2010年)を用いて, 2年間(2009年の7月下旬から9月上旬まで, 2010年の6月上旬から10月上旬まで), 月2回ずつ採集した. その結果, 2年間に合計16科58種12,229個体(成体と幼体の合計数)のクモ類が採集され, 2年とも科レベルではアシナガクモ科, 種レベルでは同科のヤサガタアシナガクモが最優占であった. 2004~2006年に同じ場所でおこなわれた調査の結果と本調査の結果を比較すると, 種組成, 科と種の優占順位はかなり変化しており, 今回の調査では, 一般水田で普通に生息しているクモ類の割合が増加していた.

キーワード — クモ類群集, 生物多様性, 里山, 棚田, 環境復元, 個体数, 年次変化

緒 言

日本の里山は, 水田, 水路, 畑, 雑木林, 草地など多様な環境がパッチ状に入り組んでおり, 高い生物多様性がみられる. 水田は米の生産の場であるだけでなく, 多くの生物の生息地でもあり, これまでに全国の水田生態系から記録された生物は, 5,668種以上にのぼる(桐谷2010). しかし, 近年, 過疎化, 高齢化により, 放棄田, 休耕田が増え続けており, 日本各地の里山の生物多様性は危機に瀕し

ている. これは自然に対する人為の働きかけの減少による生息環境の悪化であり, 日本における生物多様性の第2の危機(環境省2002)といわれている. 里山の生物多様性の現状把握と保全策の提案が必要であるが, これまで研究例が少なく, 特に放棄水田の復元に伴うクモ相や昆虫相の変化に関する研究はほとんどない.

筆者らは, 2002年より金沢市郊外にある金沢大学角間キャンパス「里山ゾーン」内の北谷(キタダン)にある棚田跡地において, 段階的に棚田の復元を進めながら, 生物

多様性の変化をモニタリングしてきた。これまでに、北谷と周囲の森林、草原などにおいて、飛翔性昆虫類 (Trisnawati & Nakamura 2008)、訪花性昆虫類 (Putra & Nakamura 2009)、オサムシ類 (ElSayed & Nakamura 2010)、土壤動物 (Kinasih & Nakamura 2010)、バッタ目 (EiEla et al. 2010) などに関する成果が報告されている。

北谷の棚田復元に伴う水田のイネ株上のクモと昆虫の種類相の変化については、2004年から2006年にわたる3年間の調査がある (菊池 2007)。それによると、復元に伴って、節足動物相が変化し、特にクモ類は、森林、草原性の種を含むものから、平地の水田に見られる種類構成へと変化した。筆者らは、菊池の調査以後の北谷の変化を見るために、2009年と2010年に同じ場所で調査した。本報告では、クモ目 (Araneae) を中心に報告する。

クモ類のほとんどがジェネラリスト捕食者であり、水田では、クモ類はウンカ、ヨコバイの重要天敵と見なされ、捕食量、個体数変化、空間分布などに関する多くの研究がある (川原ら 1969, 笹波・川原 1970, Murata & Tanaka 2004)。最近、アゴブトグモ、キバラコモリグモ、および *Tetragnatha* spp. の斑点米カメムシ類への捕食作用が報告された (Kobayashi et al. 2011, Takada et al. 2012)。農地のクモ類の種類相に影響を与える主要因として、気候と地形の影響 (Amano et al. 2011)、周囲の環境および景観の異質性 (Clough et al. 2005)、非農耕地の比率 (Schmidt et al. 2008, Pluess et al. 2010) などがある。クモ類は中間消費者であり、その個体数の多さは、食物連鎖の規模を反映している可能性があり、水田における生物多様性の指標生物の有力候補でもある (田中 2010)。クモの採集方法には掬い取り法、叩き落とし法、吸虫管法、バキューム法などがあり、調査の目的や調査地の状況に応じて、適切な方法が選ばれている。畑など乾地では多くの研究例があるが (Churchill et al. 1999, Yu et al. 2007 など)、水田での報告は少ない。本調査で用いた2つの方法のうち、吸虫管法 (pooter method) では、調査者がきめ細かく採集できるが、労力が掛かる。一方、バキューム法 (Carino et al. 1979, Farmcop 法を応用) は、人為的選択による誤差が吸虫管法より少なく、省労力的であるので、一度に広い面積から採集できる利点がある (しかし、採集後の実験室でのゴミ処理に時間がかかる)。また、ひとつの調査で複数の方法を用いて比較した例は少なく、2つの方法間で採集できる種数や個体数にどの程度の違いがあるかは分からない。そこで両方法を同時に使い、結果を比較した。

本論文では、第1に、2009年と2010年における北谷の水田内のクモの種類相を明らかにし、菊池の調査 (2004~2006年) 以降の変化を検討し、第2に、本調査で用いた2つの採集方法の結果を比較する。

研究方法

1. 調査地

石川県金沢市角間町の金沢大学キャンパス内の「里山ゾーン」(約 74 ha, 北緯 36°32' 東経 136°42', 標高 50~160 m) にある棚田復元地である北谷で調査した。里山ゾーンは、かつて薪炭林として利用された広葉二次林や棚田を含み、よく管理された里山であったが、1983年頃に大学用地になってからは、管理放棄された。現在ではアカマツはほぼ消滅し、コナラやアベマキの大径木化が進んでいる。チマキザサやクマザサが繁茂して、林床が厚く覆われている地点が多い。谷筋はかつて棚田であったが、やはり約30年前に放棄され、今はミゾソバ、ヨシ、ハンノキなどが優占する湿地となっている。

北谷では、2002年に棚田復元の試みが、金沢大学とボランティアにより開始された。2002年には池と水路を造り、2003年には棚田2筆を復元した。2004年にはさらに11筆、2005年には1筆、そして2009年には12筆 (合計26筆) が復元された。2010年には19筆だけにイネを植え、日当たりの悪い水田にはイネを植えず、池とともに水田ビオトープ (合計23枚) として管理した。北谷では1筆が1.5~70 m²の小区画であり、1筆あたり20から500株程度のイネを植えた。

棚田の管理法は毎年ほぼ同じであった。2009年には5月16日に田植え、10月15日にイネ刈を行ない、2010年には5月15日に田植え、10月16日にイネ刈を行った。水田内の雑草は、シーズン中、2~3回手作業で取り、畦の草刈は草刈機で5~7回行った。殺虫剤や除草剤は使用せず、穂肥「有機入り追肥526号」を7月に、2009年には3回、2010年には2回施した。水管理は、生き物に配慮して、中干しはせず、イネ刈後11月ごろに田を耕起し、次年の田植えごろまで、水を張ったままにしておいた。イネの品種は毎年「かぐらもち」を用いた。

2. 調査方法

採集方法

吸虫管法：手製の吸虫管 (内直径7 mm) (図1) を用いた。採集の際に飛翔性昆虫の飛去を防ぎ、株あたりの吸引空間を一定量にするため、透明な円筒 (強化アクリル板製、直径23 cm, 高さ91 cm, 上部に網をかぶせ、中央に手が入る約10 cmの十文字の切れ目をつけた) をイネに被せた。上から見える円筒内の飛翔性昆虫やクモを見取りによって吸い取った後、円筒を外し、再び吸虫管でイネ株上の個体を吸い取った。

バキューム法：イネ株と周辺にいるクモ類や昆虫類を、吸虫管の替わりに充電式ブロワ (UB142DRF, 株式会社マキタ製) を用いて吸引した。吸い取り口には、ムギ茶パッ



図1 バキューム法に用いたブロワー（左）と吸虫管（右）。
Fig. 1. Blower for vacuum method (left) and pooter (right).

クを被せた洗濯機用配水管（内直径 2.5 cm）を接続した（図1）。ブロワーを腰に取りつけ、吸い取り口をイネ株に当てて吸引した。吸虫管法と同じ円筒（上記）を用い、吸い取り口を上部の切り目から内部に挿し入れ、まずイネの上部から下へ採集した後、円筒を外して株上と水面のクモ類や昆虫類を吸い取った。

採集時期

2009 年には 7 月下旬から 9 月下旬まで、月 2 回ずつ、合計 5 回、吸虫管法で採集した。2010 年 6 月上旬から 10 月上旬まで、月 2 回ずつ、合計 9 回、上記の 2 方法で採集した。同じ株からの採集を避けるために、原則として、先にバキューム法で採集し、その列を避け、2~3 日後に吸虫管法で採集した。2010 年の 5 回目（8 月上旬）には、バキューム法で採集したが、その後、雨天が続いたため吸虫管法では採集できなかった。

イネ株の選び方

吸虫管法：2009 年には、10~11 枚の水田から、1 筆あたりサンプル株数が、大体同じになるように（各水田内の株数の 1/10~1/20）、各水田内でランダムに選んだ株（合計 700 株）から採集した。2010 年には、合計 14 枚の水田を下から上へ 5 層に分け、各層内からランダムに 10 株ずつ、50 株から毎回採集した。

バキューム法：2010 年に、上記の 5 層の各層内でランダムに 20 株ずつ、毎回 100 株を選んで採集した。

サンプル処理

採集物は 70%エタノール液に入れて実験室へ持ち帰り、双眼実体顕微鏡のもとで、図鑑（千国 2008、小野 2009）を用いて同定した。成体は種まで同定した。幼体は科まで同定したが、若齢幼体の一部は科を同定できなかった。

3. データ解析

多様度

採集したクモ目の科多様度と種多様度を Shannon-Weiner 多様度指数（ H' ）を用いて計算した（木本・武田 1989）。

$H' = -\sum P_i \cdot \ln(P_i)$, P_i は全個体数に科 i , あるいは種 i が占める割合。

類似度

両方法で採集したクモ目の科構成と種構成の類似度を、Sorensen の一致係数（QS）を用いて比較した（木本・武田 1989）。

$QS = 2c/(a+b)$, a と b は両方法で採集された科数, あるいは種数, c は a と b のうちの共通科数, あるいは種数。

結 果

1. 採集した総個体数

水田のイネ株上から、吸虫管法により 2009 年には合計 14 科 42 種に属する 4,661 個体（成体と幼体の合計数、イネ 100 株あたり 665.4 個体）、2010 年の吸虫管法では、合計 14 科 32 種に属する 1,697 個体（100 株あたり 424.7 個体）が採集され、バキューム法では合計 12 科 28 種に属する 5,871 個体（100 株あたり 652.3 個体）が採集された。

2. 種類相

2.1 科レベル

表 1 に、2009 年と 2010 年にイネ株から採集されたクモ類の個体数（成体と幼体の合計数）を科ごとに示す。

科数

吸虫管法では、2009 年と 2010 年とも年あたり 14 科のクモ類が採集された。そのうち、12 科は両年とも採集さ

表 1 2009 年と 2010 年に 2 つの方法によって採集したクモ目の科ごとの成体数, 幼体数, 総個体数 (100 株あたり) 及び総個体数に占める比率.

Table 1. Comparison of number of spider individuals (per 100 rice plants) in different families collected by two methods in 2009 and 2010.

科名	吸虫管法								バキューム法			
	2009 年				2010 年				2010 年			
	成体数	幼体数	総個体数	比率 (%)	成体数	幼体数	総個体数	比率 (%)	成体数	幼体数	総個体数	比率 (%)
アシナガグモ科	15.1	313.3	328.4	49.6	16.3	193.0	209.3	50.0	20.8	392.4	413.2	63.4
コモリグモ科	2.9	155.0	157.9	23.6	5.8	108.3	114.0	27.2	2.8	105.4	108.2	16.6
フクログモ科	4.0	53.9	57.9	8.6	0.8	29.5	30.3	7.2	1.6	28.4	30.0	4.6
サラグモ科	3.8	48.5	52.3	7.9	3.5	17.3	20.8	5.0	4.4	34.6	39.0	6.0
キシダグモ科	0.5	17.9	18.4	2.8	1.0	17.8	18.8	4.5	1.0	21.1	22.1	3.4
カニグモ科	0.6	10.8	11.4	1.7	0.5	4.3	4.8	1.1	0.1	3.9	4.0	0.6
ヒメグモ科	1.2	7.4	8.6	1.2	0.0	4.5	4.5	1.1	0.1	1.8	1.9	0.3
ハエトリグモ科	0.1	4.9	5.0	0.7	0.5	6.3	6.8	1.6	0.1	6.7	6.8	1.0
コガネグモ科	0.6	1.4	2.0	0.3	0.8	—	0.8	0.1	—	0.7	0.7	0.1
タナグモ科	0.1	0.2	0.3	0.0	—	—	—	—	0.1	—	0.1	0.0
ジョロウグモ科	0.1	0.0	0.1	0.0	—	1.0	1.0	0.2	0.1	0.8	0.9	0.1
エビグモ科	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	—	—	—	—
ヨリメグモ科	—	0.3	0.3	0.0	—	7.3	7.3	1.7	0.2	11.2	11.4	1.8
ユウレイグモ科	—	—	—	—	—	0.3	0.3	0.0	—	—	—	—
ワシグモ科	—	—	—	—	—	0.3	0.3	0.0	—	—	—	—
ウズグモ科	0.1	—	0.1	0.0	—	—	—	—	—	—	—	—
未知	—	22.6	22.6	—	0.0	5.8	5.8	—	—	14.0	14.0	—
合計	29.2	636.2	665.4	—	29.5	395.2	424.7	—	31.3	621	652.3	—
科数	14				14				12			
多様度	1.40				1.46				1.20			
類似度	0.86								—			
	—				0.85							

れ, 4 科はどちらか一方の年だけで採集された (類似度は 0.86). 一方の年だけで採集された科は, 全て採集個体数が少ない科であった.

2010 年には, バキューム法で 12 科が採集され, そのうち 11 科は同年の吸虫管法と共通しており, 両方法を合わせると 15 科が採集された (類似度は 0.85). 吸虫管法のみで採集された科はエビグモ科, ユウレイグモ科, ワシグモ科であり, バキューム法のみで採集された科はタナグモ科であった. 2 年間 2 方法により合計 16 科が採集された.

多様度

吸虫管法による科多様度は, 1.40 (2009), 1.46 (2010), バキューム法では, 1.20 (2010) であった.

類似度

吸虫管法による 2009 年と 2010 年の類似度は, 0.86, 2010 年の吸虫管法とバキューム法の類似度は, 0.85 であった.

優占科

吸虫管法: 2009 年の第 1 位は, アシナガグモ科, 以下, コモリグモ科, フクログモ科, サラグモ科, キシダグモ科であり, これら 5 科の総個体数は全体の 92.4% であった. 2010 年には, 上記の 5 科の優占順位は 2009 年と同じであり, 総個体数は全体の 93.9% であった. アシナガグモ科 (第 1 位) は, 両年とも 50% ぐらいを占めた.

バキューム法: 吸虫管法と同じ 5 科 (上記) が優占し,

科構成の類似度は高かったが, サラグモ科とフクログモ科の順位が入れ変わった (それぞれ 3 位と 4 位). 水田でよく見られるサラグモ科は, ニセアカムネグモ, セスジアカムネグモなど体サイズが 1.5~3 mm 程度のコサラグモ類であり, バキューム法によって, より多く採集された. 5 科の合計頻度は 94.0% で吸虫管法とほぼ同じであった. これら 5 科のうち, アシナガグモ科とサラグモ科の比率は, 吸虫管法による結果より高かった (前者は 63.4% と 50.0%, 後者は 6.0% と 5.0%).

2.2 種レベル

表 2 に, 2009 年と 2010 年に 2 つの方法によって採集された優占種 (個体数の上位 5 種) を示す.

種数

吸虫管法では, 2009 年に合計 42 種 207 個体 (100 株あたり 29.2 個体) の成体が採集された. 2010 年には合計 32 種 120 個体 (100 株あたり 29.5 個体) の成体が採集された. そのうち 23 種は両年共通であった. 2010 年のバキューム法では, 合計 28 種 282 個体 (100 株あたり 31.3 個体) の成体が採集され, そのうち 18 種は共通であり, 吸虫管法と合計すると合計 42 種が採集された. 2 年間 (2 方法) では合計 58 種が採集された.

多様度

吸虫管法による種多様度は, 2.7 (2009), 2.6 (2010),

表 2 2009 年と 2010 年に 2 つの方法によって採集したクモ目の優占 5 種の個体数（イネ 100 株あたり）と優占順位.

Table 2. Number of individuals (per 100 rice plants) and ranking of top 5 dominant spider species collected by two methods in 2009 and 2010.

種 名	吸虫管法						バキューム法		
	2009 年			2010 年			2010 年		
	個体数	比率(%)	順位	個体数	比率(%)	順位	個体数	比率(%)	順位
ヤサガタアシナガグモ	10.3	34.1	1	13.0	41.7	1	18.0	57.1	1
ウエノフクログモ	4.0	13.2	2	0.5	1.5	(10)	1.6	5.1	3
キバラコモリグモ	2.4	7.9	3	5.0	16.0	2	2.5	7.9	2
アトグロアカムネグモ	1.7	5.6	4	1.5	4.8	3	0.8	2.5	(8)
アシナガグモ	1.6	5.3	5	1.3	4.2	4	0.6	1.9	(11)
オオシロカネグモ	1.0	3.3	(6)	1.0	3.2	5	1.2	3.8	5
ニセアカムネグモ	0.7	2.3	(9)	0.8	2.6	(7)	1.6	5.1	4

バキューム法では、2.0（2010）であった。

類似度

吸虫管法による 2009 年と 2010 年の類似度は、0.62、2010 年の吸虫管法とバキューム法の類似度は、0.60 であった。

優占種

吸虫管法：2009 年と 2010 年を比較すると、ヤサガタアシナガグモは、2 年とも第 1 優占種で、相対頻度が他種よりはるかに高く（34.1%と 41.7%）、キバラコモリグモ（3 位と 2 位）、アトグロアカムネグモ（4 位と 3 位）、アシナガグモ（5 位と 4 位）は、2 年間で優占順位がすこし変わったが、2 年とも 5 位以上であった。2009 年に第 2 位だったウエノフクログモは、2010 年には 10 位で、オオシロカネグモは、2009 年には 6 位であったが、2010 年には 5 位であった。

バキューム法：吸虫管法との結果を比較すると、ヤサガタアシナガグモは、2 方法とも 1 位であったが、バキューム法による比率は吸虫管法より高かった。ウエノフクログモは、吸虫管法では採集個体数が少なく 10 位で、バキューム法では 3 位であった。キバラコモリグモは、2 方法とも 2 位であった。アトグロアカムネグモは、吸虫管法では 3 位、バキューム法では 8 位であり、アシナガグモは吸虫管法では 4 位で、バキューム法では 11 位であった。オオシロカネグモは 2 方法とも 5 位であった。

科あたりの種数

表 3 に、科あたりの種数を示す。2 年とも、2 方法とも、アシナガグモ科とサラグモ科の種数が最も多かった。吸虫管法では、それぞれ 2009 年には 8 種と 7 種、2010 年には 5 種と 6 種であり、2010 年のバキューム法では 5 種と 8 種であった。

2.3 季節変化

クモ類の全個体数は、6 月から増加し続け、9 月上旬にピークに達し、その後はやや減少した。科レベルで見ると、アシナガグモ科とコモリグモ科は、全調査期間にわたって優占科（全個体数の 10%以上を占める）であり、サラグ

表 3 2009 年と 2010 年に 2 つの方法によって採集したクモ目の科ごとの種数.

Table 3. Number of spider species in different families collected by two methods in 2009 and 2010.

科 名	吸虫管法		バキューム法
	2009 年	2010 年	2010 年
アシナガグモ科	8	5	5
コモリグモ科	4	3	3
フクログモ科	2	2	1
サラグモ科	7	6	8
キシダグモ科	2	1	1
カニグモ科	3	3	1
ヒメグモ科	5	3	3
ハエトリグモ科	2	3	3
コガネグモ科	4	2	0
タナグモ科	1	0	1
ジョロウグモ科	1	0	1
エビグモ科	1	1	0
ヨリメグモ科	1	1	1
ユウレイグモ科	0	1	0
ワシグモ科	0	1	0
ウズグモ科	1	0	0
合計種数	42	32	28
類似度	22 (0.62)		—
	—		18 (0.60)

モ科は、6 月上旬（3 科のみ採集された）と 9 月下旬、10 月上旬に、キシダグモ科は 6 月下旬に優占科であった。表 4 に 2010 年における上位 7 種の季節変化を、2 方法の合計数により示した。ヤサガタアシナガグモ、スジブトハシリグモは主に、イネ作の前期と中期（6 月上旬から 9 月上旬まで）に採集され、キバラコモリグモとニセアカムネグモは、ほぼ全調査期にかけて、ウエノフクログモ、ヒメアシナガグモ、アトグロアカムネグモは、中期と後期（7 月上旬から 10 月上旬）に採集された。

2.4 捕食様式

本調査で採集したクモ類は、捕食様式により造網性クモ類（アシナガグモ科、サラグモ科、ヒメグモ科など）と徘徊性クモ類（コモリグモ科、フクログモ科、キシダグモ科など）に分けられる。

全採集個体（成体と幼体のうち同定できた個体のみ）に

表4 2010年におけるクモ目の優占7種の季節変化.
Table 4. Seasonal change in abundance of 7 dominant spider species in 2010.

種名	6月上旬	6月下旬	7月上旬	7月下旬	8月上旬	8月下旬	9月上旬	9月下旬	10月上旬
ヤサガタアシナガグモ	1	1	1	1	1	1	1	—	—
スジブトハシリグモ	2	+	+	+	+	—	+	—	—
キバラコモリグモ	+	2	2	2	2	2	+	+	—
ニセアカムネグモ	+	—	+	+	+	—	+	1	—
ウエノフクログモ	—	—	+	+	+	+	2	1	2
ヒメアシナガグモ	—	—	+	+	+	—	+	2	1
アトグロアカムネグモ	—	—	+	—	—	+	+	1	1
*セスジアカムネグモ	+	—	+	—	2	—	+	+	—
*ワキグロサツノミダシ	—	—	—	—	—	+	—	2	—
*ヨツボシヒメアシナガグモ	—	—	—	—	—	—	—	—	2

1, 2 は季節ごとの優占順位, + は採集されたこと, — は採集されなかったことを示す. * は特定の時期にのみ上位の種.

占める割合は, 2009年に吸虫管法では, 造網性クモ類が61.0%, 徘徊性クモ類が39.0%であった. 2010年には, 吸虫管法では, それぞれ58.6%と41.4%, バキューム法では, 73.0%と27.0%を占め, 2年とも2方法とも, 造網性クモ類が徘徊性クモ類より多かった. 水田内でのイネは, これらのクモ類が網を張るための足場となっていた. 2010年の2方法間でこの構成を比較して見ると, 6月と7月上旬(3回)には, 2方法間で有意差が認められなかったが(χ^2 検定), イネの丈が伸びた7月下旬以後は, 常に有意差が認められた(χ^2 検定, $p < 0.05$).

考 察

1. クモ相の年次変化

菊池は, 本調査と同じ場所で, 3年間(2004~2006年)にわたり, クモ類を叩き落とし法によって採集した. 本調査(2009~2010年)とは, 採集方法が異なっていること, 未同定種を含むこと(本調査では8種, 菊池の調査では29種)から, 本調査との厳密な数量的比較は不可能である. しかし, 科レベル, 種レベルの群集組成の変化の傾向について, ある程度の比較は可能である.

両調査間の類似度

本研究では2年間に吸虫管法により, 16科51種(2010年のバキューム法も加えれば58種)が採集された. 2004~2006年の調査では, 3年間に合計13科75種が採集された. そのうち, 12科と25種は2年間の本調査で採集された科, 種と共通であった. 両調査間の科レベルの類似度は0.86と高い値を示したが, 種レベルの類似度は0.36と低く, 両調査の間でクモ相が大きく変化したことが分かった.

優占科の変化

本調査での上位5科を, 2004~2006年(菊池 2007)の調査結果と比較し, 年次的変化を調べた. 優占順位は, アシナガグモ科はいずれの年も1位であった. 2004~2006

年に2位であったフクログモ科は2009~2010年には3位になった. これに対して, 2009~2010年に上位を占めていたコモリグモ科(2位), サラグモ科(4位), キシダグモ科(5位)の順位は, 2004~2006年にはより低い順位であることが多かった. たとえば, コモリグモ科は, 2004年には採集されなかったが, 2005年に8位となり, 2006年には3位に上昇していた. サラグモ科, キシダグモ科も同様の傾向を示している. これは科レベルでも, クモ相が両調査間で大きく変化したことを示している(図2).

優占種の変化

表5に, 本調査の優占種とその年次変化を示した. キバラコモリグモ, ニセアカムネグモ, アトグロアカムネグモ, オオシロカネグモの4種は, 2004~2005年には順位が低かったが, 2009~2010年には順位を上げた. 反対にウエノフクログモは2004~2009年の間に1~2位を維持していたが, 2010年には順位を下げた. ヤサガタアシナガグモとアシナガグモの順位は, 2004~2010年の間, あまり変化していない. スジブトハシリグモもほぼ同様の傾向を示したが, 2009年だけは順位が低かった. なお, ヤサガタアシナガグモとキバラコモリグモは, 日本全国の水田で見られ, 水田の生物多様性の指標種に選定されている(田中, 2010).

水田生息種の割合

菊池の調査から本調査に至る変化を, 「水田生息種」と「個体数レベル」の視点から, 以下のように検討した. 農林水産省農業環境技術研究所(1998, p. 136, 表III-25)により, 「主要な水田生息性クモ類」とされている種を水田生息種とした. 年ごとの種の個体数を, 合計採集数に占める比率によって, 以下の3レベルに分けた.

レベル3: 全成体数 $\geq 10\%$

レベル2: $10\% >$ 全成体数 $\geq 1\%$

レベル1: $1\% >$ 全成体数 > 0

表6に, 本調査(2009~2010年)で確認された種類相

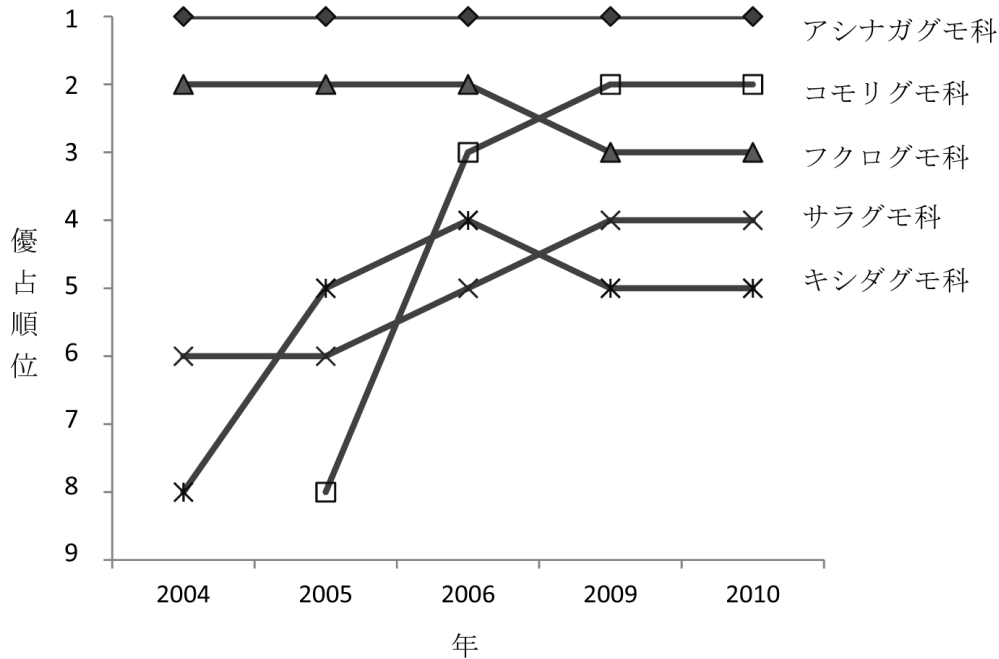


図2 クモ目の科ごとの優占順位の年次変化.

Fig. 2. Annual change in the abundance ranking of spider families.

表5 吸虫管法によるクモ目優占種の個体数の順位の年次変化.

Table 5. Annual change in abundance ranking of dominant spider species collected by pooter method.

種名/年	2004	2005	2006	2009	2010
キバラコモリグモ	—	7	3	3	2
ニセアカムネグモ	—	14	5	9	7
アトグロアカムネグモ	—	14	—	4	3
オオシロカネグモ	13	—	—	6	5
ウエノフクログモ	1	1	1	2	10
ヤサガタアシナガグモ	2	2	4	1	1
アシナガグモ	6	9	6	5	4
スジブトハシリグモ	5	4	2	11	5
合計種数	37	41	39	42	32

表内の数値は年ごとの優占順位、—は採集されなかったことを示す。

を示し、種の個体数レベルと、採集された合計年数(2004～2006年を含め)を示した。

本調査で採集された水田生息種は、ヤサガタアシナガグモ、ヤマトコノハグモ、セスジアカムネグモ、ニセアカムネグモ、キバラコモリグモであった。これらの採集年数と個体数レベルを見ると、ヤサガタアシナガグモは、レベル3か2で5年間、ヤマトコノハグモは、レベル2か1で5年間採集された。残り3種は、2004年には採集されなかったが、2005年からはレベル3か2で4年間常に採集され、これらの種は安定的に生息していた。これら5種の合計個体数が全採集個体数に占める比率を年ごとに見ると、2004年の31.9%、2005年の21.8%、2006年の26.6%から、本調査では、2009年に49.3%、2010年に63.7%となり、比

率が増加した。

このように、棚田の復元に伴って、さまざまな変化が起きていることが明らかになった。

2. 採集方法の比較

2010年には、吸虫管法とバキューム法を併用した。両方を比較すると、100株あたりの成体数には、差がなかった(吸虫管法29.5個体、バキューム法31.3個体)(表1)。また、採集されたクモ類の科と種の構成、優占種は、おおむね一致していた。しかし、イネ丈が伸長し、葉が茂る7月下旬以降では、バキューム法で採集された造網性クモ類の全個体に占める割合は、吸虫管法によって得られた比率よりも、ずっと高かった(結果2.4捕食様式の項参照)。これは、イネが成長するにつれて、造網性クモ類が網を張るための足場が増えることによって、個体数が増加すること、また、これら種は定着的であり、採集しやすい(小型の幼体もたくさん採集できる)ことによる。一方、徘徊性の種は、移動力に富み、活発である。円筒の上部から採集するので、イネ株の上部が採集のため攪乱されると、株元部にいる徘徊性種は、外部に脱出したり、イネから水面に落下したりする。バキューム法では、水面上のクモ類を採集しようとする、水を吸引機に吸い込む恐れがあり、採集率が低下せざるをえない。今後、バキューム採集機の防水や、徘徊性クモ類が脱出するのを防ぐための枠の工夫が必要である。

吸虫管法では、採集された種数がバキューム法より多く、

表 6 2009～2010 年に吸虫管法とバキューム法によって採集されたクモ目の種、個体数レベル、及び、2004～2006 年・2009～2010 年の調査でクモが採集された年数.

Table 6. List of spider species collected by two methods in 2009–2010 with abundance level, and total number of years when any samples were collected in 2004–2006 and 2009–2010.

科 名	種 名	個体数レベル (注 1)			採集年数 (注 2)
		吸虫管法		バキューム法	
		2009 年	2010 年	2010 年	
アシナガグモ科	ヤサガタアシナガグモ# (注 3)	3	3	3	5
	アシナガグモ#	2	2	2	5
	オオシロカネグモ#	2	2	2	3
	キララシロカネグモ	1	—	—	1
	トゲアシナガグモ	1	—	—	1
	ミドリアシナガグモ	1	—	—	1
	ヒメアシナガグモ	2	2	2	2
コモリグモ科	ヨツボシヒメアシナガグモ#	2	1	1	3
	キバラコモリグモ#	2	3	2	4
	ハテコモリグモ	2	2	1	2
	カイゾクコモリグモ#	1	—	1	3
	クラークコモリグモ#	1	—	—	2
	ナミコモリグモ	—	1	—	1
フクログモ科	ウエノフクログモ#	3	2	3	5
	ヤマトコマチグモ#*(注 4)	1	1	—	3
サラグモ科	アトグロアカムネグモ#	2	2	2	3
	ニセアカムネグモ#	2	2	2	4
	セスジアカムネグモ#	2	2	2	4
	セムシアカムネグモ	2	1	2	2
	ノコギリヒザグモ#	1	1	2	4
	クロケシグモ	1	—	—	1
	ヘリジロサラグモ#	1	—	—	2
	クロナンキングモ	—	2	—	1
	アカムネグモ属 1 種	—	—	1	1
	ニッポンケシグモ属 1 種	—	—	1	1
	サラグモ科 1 種	—	—	1	1
キシダグモ科	スジプトハシリグモ#	2	2	2	5
	スジアカハシリグモ	1	—	—	1
カニグモ科	ゾウシカニグモ	2	1	—	2
	ハナグモ#	1	—	—	2
	ヤミイロカニグモ	1	—	—	1
	コハナグモ#	—	1	1	4
	カラカニグモ	—	1	—	1
ヒメグモ科	ギボシヒメグモ#	1	—	—	4
	オオヒメグモ属 1 種*	2	2	1	2
	ヤマトコノハグモ#*	2	2	2	5
	ヤリグモ#	1	—	—	4
	ツリガネヒメグモ属 1 種*	2	1	—	2
	クロササヒメグモ	—	—	1	1
ハエトリグモ科	マガネアサヒハエトリ#	1	1	—	4
	メガネアサヒハエトリ	—	1	—	1
	シナノヤハズハエトリ	—	—	1	1
	マミクロハエトリ	—	—	1	1
	ハエトリグモ科 1 種*	—	1	—	1
	アリグモ属 1 種*	2	—	—	1
	ヤハズハエトリ#	—	—	1	4
コガネグモ科	ギンメッキギミグモ	1	—	—	1
	ナガコガネグモ#	2	—	—	3
	ヨツデギミグモ	1	—	—	1
	ワキグロサツマノミダシ#	1	2	—	3
	カラオニグモ	—	1	—	1
タナグモ科	ヒメヤマヤチグモ	1	—	1	2
ジョロウグモ科	ジョロウグモ#	1	—	1	4
エビグモ科	アサヒエビグモ*	1	1	—	2
ヨリメグモ科	ヤマトコツブグモ*	1	1	1	2
ユウレイグモ科	ユウレイグモ科 1 種*	—	1	—	1
ワシグモ科	ワシグモ科 1 種*	—	1	—	1
ウズグモ科	マネキグモ	1	—	—	1
合計種数		42	32	28	

(注 1) レベル 3：全成体数 $\geq 10\%$ ；レベル 2： $10\% > \text{全成体数} \geq 1\%$ ；レベル 1： $1\% > \text{全成体数} > 0$.

(注 2) 2004～2006 年及び 2009～2010 年の計 5 年の調査のうち、クモが採集された年数の合計.

(注 3) #：2004～2006 年及び 2009～2010 年の両方の調査で報告された種.

(注 4) *：幼体でも類似種がない場合は 1 種と見なして、種数と種多様度の算出に用いた.

サンプルの実験室での処理がより容易である（バキューム法では、1 齢幼体の一部が壊れるという不都合があった）などの利点があるが、労力がかかる。吸虫管法は、クモ類だけに研究対象をしぼり、種構成や種ごとの生態を詳しく調査するときには、優れているが、バキューム法は、調査場所を拡大し、採集対象を広げる場合（昆虫を含む小節足動物とともにクモ群集を調べる）には、すぐれた方法であろう。

謝 辞

本研究を進めるにあたってお世話になった、以下の方々に厚くお礼を申し上げます（敬称略）。吉田真（立命館大学名誉教授、クモの同定と同定法の指導）、田中幸一（農業環境技術研究所、コメント）、飯田博之（農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所、コメント）、小路晋作（金沢大学能登里山マイスター養成プログラム特任助教、調査法、文献等の助言）、宇都宮大輔（同教務補佐員、同）、菊池知子（金沢大学理学部生態学研究室、調査法助言、未発表データの使用）、C. Y. Barsulo（金沢大学環日本海域環境研究センター連携研究員、データ処理、統計解析）、青木国広、亀田輝之（角間の里山メイト、北谷水田の管理、激励）。

引用文献

- Amano, T., Kusumoto, Y., Okamura, H., Baba, Y., Hamasaki, K., Tanaka, K. & Yamamoto, S. 2011. A macro-scale perspective on within-farm management: how climate and topography alter the effect of forming practices. *Ecology Letters*, 14: 1263-1272.
- Carino, F. O., Kenmore, P. E. & Dyck, V. A. 1979. The FARMCOP suction sampler for hoppers and predators in flooded rice fields. *International Rice Research Newsletter*, 4: 21-22.
- 千国安之輔 2008. 写真日本クモ類図鑑（改訂版）。偕成社（東京），306 pp.
- Churchill, T. B. & Arthur, J. M. 1999. Measuring spider richness: effects of different sampling methods and spatial and temporal scales. *J. Insect. Conserv.*, 3: 287-295.
- Clough, Y., Kruess, A., Kleijin, D. & Tschamtkke, T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. *J. Biogeogr.*, 32: 2007-2014.
- ElEla, S. A., ElSayed, W. M. & Nakamura, K. 2010. Mandibular structure, gut contents analysis and feeding group of orthopteran species collected from different habitats of Satoyama area within Kanazawa City, Japan. *JoTT.*, 2: 849-857.
- ElSayed, W. M. & Nakamura, K. 2010. Abundance, diversity and distribution of the ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a Satoyama valley in Kanazawa, Japan, with special reference to the body size and feeding categories. *Far Eastern Entomologist*, 205: 1-19.
- 環境省自然保護局 2002. 新・生物多様性国家戦略, 23 pp.
- 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.
- 菊池知子 2007. 石川県内の水田の立地条件, 保全作業, 農法が節足動物群集に及ぼす影響. 金沢大学理学部修士論文.
- 木本新作・武田博清 1989. 群集生態学入門. 共立出版（東京）, 198 pp.
- Kinasih, I. & Nakamura, K. 2010. Abundance and diversity of soil and litter invertebrate macrofauna in Satoyama in Kanazawa, Japan: A higher taxonomic level analysis. *Far Eastern Entomologist*, 207: 1-20.
- 桐谷圭治（編）2010. 田んぼの生き物全種リスト（改訂版）. 農と自然の研究所・生物多様性農業支援センター（福岡）, 427 pp.
- Kobayashi, T., Takada, M., Takagi, S., Yoshioka, A. & Washitani, I. 2011. Spider predation on a mirid pest in Japanese rice fields. *Basic and Applied Ecology*, 12: 532-539.
- Murata, K. & Tanaka, K. 2004. Spatial interaction between spiders and prey insects: horizontal and vertical distribution in a paddy field. *Acta Arachnol.*, 53: 75-86.
- 農林水産省農業環境技術研究所（編）1998. 水田生態系における生物多様性, 養賢堂（東京）, 136 pp.
- 小野展嗣 2009. 日本産クモ類. 東海大学出版会（神奈川）, 738 pp.
- Pluess, T., Opatovsky, I., Gavish-Regev, E., Lubin, Y. & Schmidt-Entling, M. H. 2010. Non-crop habitat in the landscape enhance spider diversity in wheat fields of a desert agroecosystem. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 137: 68-74.
- Putra, R. E. & Nakamura, K. 2009. Foraging ecology of a local wild bee community in an abandoned Satoyama system in Kanazawa, Central Japan. *Entomol. Res.*, 39: 99-106.
- 笹葉隆文・川原幸夫 1970. 水田に生息するクモ類の捕食性天敵としての役割. *植物防疫*, 24: 355-360.
- Schmidt, M. H., Thies, C., Nentwig, W. & Tschamtkke, T. 2008. Contrasting responses of arable spiders to the landscape matrix at different spatial scales. *J. Biogeogr.*, 35: 157-166.
- Takada, M. B., Yoshioka, A., Takagi, S., Iwabuchi, S. & Washitani, I. 2012. Multiple spatial scale factors affecting mired bug abundance and damage level in organic rice paddies. *Biological Control*, 60: 169-174.
- 田中幸一 2010. 農業に有用な生物多様性の指標：農林水産省プロジェクト研究の概要. *植物防疫*, 64: 600-604.
- Trisnawati, I. & Nakamura, K. 2008. Abundance, diversity and distribution of above-ground arthropods collected by window traps from Satoyama in Kanazawa, Japan: an order level analysis. *Far Eastern Entomologist*, 181: 1-23.
- Yu, G. H., Chen, J., Chen, W. H. & Chen, Y. H. 2007. Comparative research on the structure of the spider community in wheat-field sampled by two different methods. *Acta Arachnol. Sinica*, 16: 21-26.

Received January 4, 2012 / Accepted June 29, 2012