

## 1. クモを食べるクモ ヤリグモ *Rhomphaea sagana* の捕食行動に関する研究Ⅱ

静岡県立磐田南高校 生物部

2 年 鈴木 佑弥 阿部剛大 佐野晃典 前田明希 1 年 芹田凌平

### 1. 問題提起、研究目的

ヤリグモ（図 1）はクモを専食するクモとして知られている。このクモの捕食行動に関しては、「他の造網性のクモの網に侵入し、粘球糸で網主を捕獲すること（新海明他 2012）や、「網主を捕食する際に身震いのような運動や第一脚を回転させる行動を見せること（Whitehouse 1987）」などが明らかになっているが、獲物の網にたどり着く過程、すなわち何をシグナルにして獲物の網を探すのかは明らかではなかった。我々はこのことに強い興味を持ち、その捕食のメカニズムを解明することを目的として、観察と実験を続けてきた。

昨年は、「ヤリグモは獲物の網の匂い、すなわち化学物質を感知して獲物の網の位置を探る」という仮説を立て、幼体の受容器（歩脚の体毛）の観察や実験装置を用いた獲物の網への移動を過程の観察を試みたが、仮説を支持する結果を得ることは出来なかった。よって、ヤリグモが化学物質の感知により獲物の網の位置を探る可能性は低いと判断した。そこで今年は「ヤリグモは風任せに移動し、移動の途中で偶然獲物の網に侵入する」という仮説を立てた。この仮説の検証のために、成体の受容器の観察および実験装置内での行動の観察、袋井市小笠山での定点観察および浜松市天竜区での夜間観察を行った。

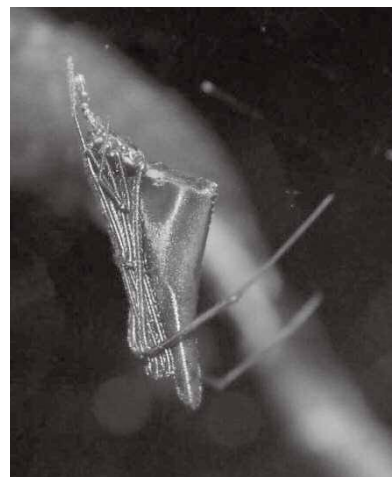


図 1 ヤリグモ *Rhomphaea sagana* 雌成体（体長 8 mm）

### 2. 方法

#### （1）SEM による受容器の観察

静岡理工科大学の走査型電子顕微鏡（JERO JSM-5610LV）を用い、雌成体の第一脚を観察した。鮮明な画像を得るため、金属蒸着を行って観察・撮影を行った。

#### （2）実験装置内での行動の観察

段ボールで装置（図 2）を作成し、装置内を風が通り抜けるようにした。ヤリグモは夜行性であるため、人工気象器で昼夜を逆転させる処理を行った上で用いた。装置の中央にヤリグモ、両隅に獲物であるジョロウグモ *Nephila clavata* の幼体とその網を設置し、装置を暗幕で覆って、卓上扇風機を用いて微弱な風を流した。ヤリグモの行動を 15 分おきに観察、スケッチした。観察の際はヤリグモの行動に支障をきたさないように、なるべく短時間で観察を済ませ、写真撮影は観察終了後に行った。

#### （3）袋井市小笠山における生活史

静岡県袋井市小笠山にある谷（図 3）で定点観察を行った。部員 5 人によるラインセンサス（距離約 250m）でヤリグモの個体数、体長、確認した場所、行動の軌跡、気温、その他見られるクモを記録し、全個体を写真撮影した。調査は 2012 年 10 月 13 日～2013 年 11 月 30 日の間に計 26 回行った。調査時間は午後 1 時～3 時の 2 時間である。

#### （4）浜松市天竜区における夜間の行動観察

自然条件下におけるヤリグモの夜間の行動の観察を試みて、浜松市天竜区の調査地で 6 月から 8 月の間に計 4 回夜間観察を行った。観察は午後 7 時から午前 4 時までに行い、ヤリグモの行動の軌跡を記録した。

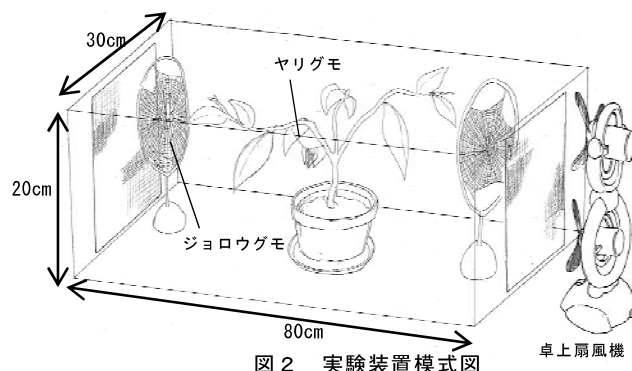


図 2 実験装置模式図



図 3 調査地

### 3. 結果

#### (1) SEMによる成体の受容器の観察

ヤリグモは成体でも、第一脚および周囲に化学物質を受容できそうな体毛を確認することは出来なかった。確認できた毛は表面が滑らかであった(図4)。

#### (2) 実験装置内での行動の観察

13例中13例が風下に移動し(図5)、うち1例は獲物を捕食した。装置内には中央に設置した植物や風下の壁面、獲物の網に向けて多数の糸が引かれていた。

#### (3) 袋井市小笠山における生活史

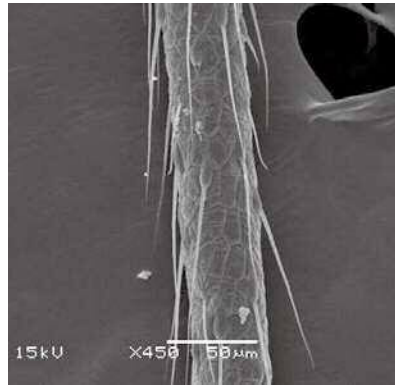


図4 第一脚の電子顕微鏡写真

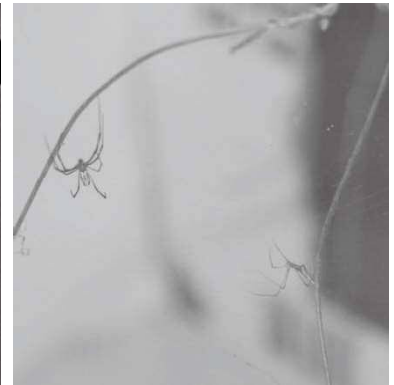


図5 獲物の網に侵入したヤリグモ(右)

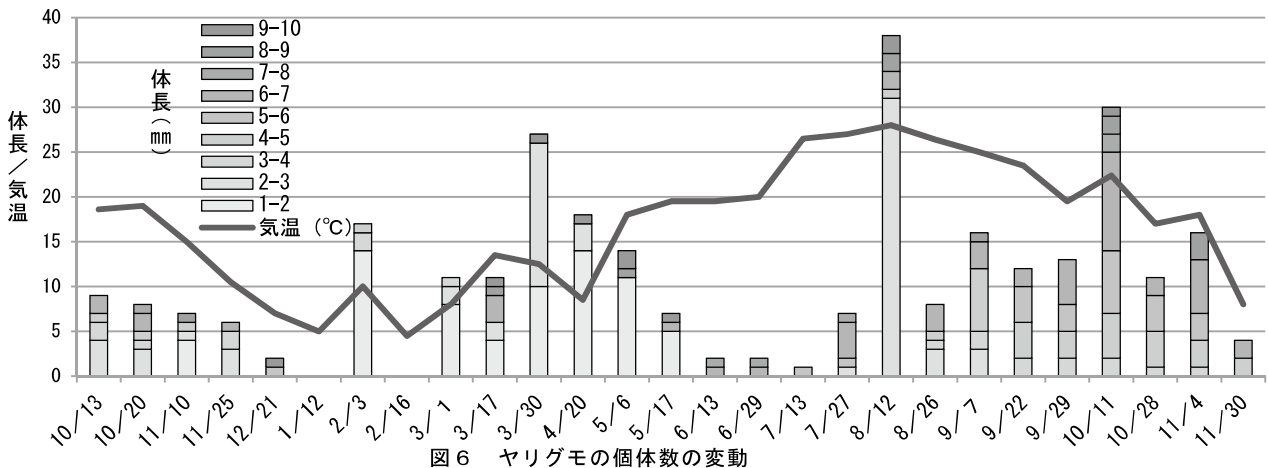


図6 ヤリグモの個体数の変動

|                | 体長<br>(mm) | 10       | 10       | 11       | 11       | 12       | 1       | 2      | 2       | 3      | 3       | 3       | 4       | 5      | 5       | 6       | 6       | 7       | 7       | 8       | 8       | 9      | 9       | 9       | 10       | 10       | 11      | 11       |
|----------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|
|                |            | 13<br>20 | 20<br>10 | 11<br>25 | 12<br>21 | 12<br>21 | 1<br>12 | 2<br>3 | 2<br>16 | 3<br>1 | 3<br>17 | 3<br>30 | 4<br>20 | 5<br>6 | 5<br>17 | 6<br>13 | 6<br>29 | 7<br>13 | 7<br>27 | 8<br>12 | 8<br>26 | 9<br>7 | 9<br>22 | 9<br>29 | 10<br>11 | 10<br>28 | 11<br>4 | 11<br>30 |
| 幼体             | 1-2        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 0       | 14     | 0       | 8      | 4       | 10      | 14      | 11     | 5       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0        | 0        | 0       | 0        |
|                | 2-3        | 4        | 3        | 1        | 3        | 0        | 0       | 0      | 0       | 2      | 2       | 16      | 3       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       | 31      | 3      | 3       | 0       | 0        | 0        | 0       | 0        |
|                | 3-4        | 2        | 1        | 0        | 2        | 0        | 0       | 2      | 0       | 1      | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       | 2      | 2       | 2       | 2        | 1        | 1       | 0        |
|                | 4-5        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0       | 1      | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       | 1       | 7      | 4       | 3       | 5        | 4        | 3       | 2        |
|                | 5-6        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0       | 0      | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0       | 1       | 1       | 0       | 0      | 4       | 3       | 7        | 4        | 3       | 0        |
| 亜成体<br>~<br>成体 | 6-7        | 2        | 2        | 0        | 1        | 0        | 0       | 0      | 0       | 0      | 3       | 0       | 0       | 0      | 1       | 1       | 1       | 0       | 4       | 2       | 3       | 3      | 2       | 5       | 11       | 2        | 6       | 2        |
|                | 7-8        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0       | 0      | 0       | 0      | 0       | 0       | 0       | 0      | 1       | 1       | 0       | 1       | 0       | 0       | 0       | 0      | 0       | 2       | 0        | 0        | 0       |          |
|                | 8-9        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0       | 0      | 0       | 0      | 1       | 0       | 0       | 1      | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 2       | 0       | 1      | 0       | 0       | 2        | 0        | 3       | 0        |
|                | 9-10       | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0       | 0      | 0       | 0      | 1       | 1       | 1       | 2      | 1       | 0       | 0       | 0       | 0       | 2       | 0       | 0      | 0       | 0       | 1        | 0        | 0       | 0        |
|                |            | 気温(℃)    | 19       | 19       | 15       | 11       | 7       | 5      | 10      | 4.5    | 8       | 14      | 13      | 9      | 18      | 20      | 20      | 20      | 27      | 27      | 28      | 26.4   | 25      | 23.5    | 19.5     | 22.4     | 17      | 18       |

図7 ヤリグモの体長の分布 ..... は大まかな世代の境を示す

#### ア 個体数の変化など

図6にヤリグモの個体数の変動を、図7にヤリグモの体長の分布を示す。このうち成体、亜成体は5月から10月にかけて増加したが、2月から4月にかけては少なかった。幼体は3月から5月にかけて多かったが、1月12日と2月16日には、一頭も確認できなかった。また、8月12日にはまどい(注)を見つけたため、幼体の個体数が多くなっている。(注:クモの幼体は卵のうから出るとしばらく卵のうの周囲に集まって過ごす。この状態をまどいという)

#### イ 確認された場所の季節的変化と獲物の種類の関係

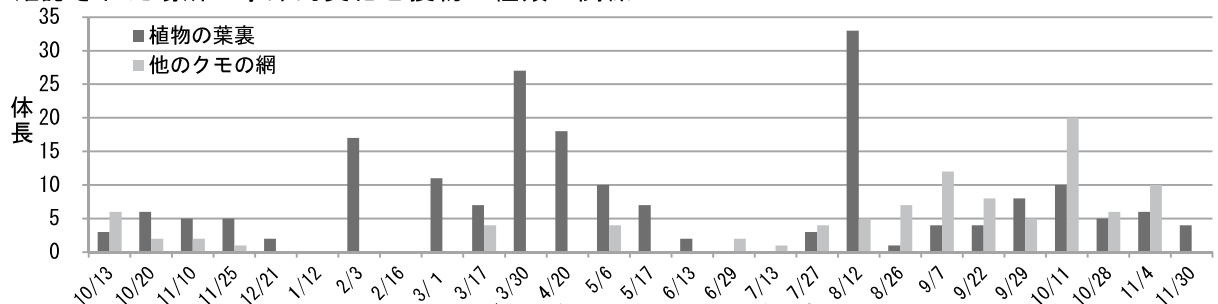


図8 ヤリグモの確認された場所の季節的変化

ヤリグモは主に植物の葉裏か他のクモの網内で確認された。その季節的变化を図8に示した。冬期は植物の葉裏に多く、夏期は獲物の網に多い傾向があった。

ヤリグモが侵入していた網の網主および捕食していたクモの種類を表1に示した。網主がない場合は網型から判断した。主にクミスアラグモ *Neolinyphia fusca* が多かった。獲物の種類は、ヤリグモと体長が同等かそれ以下であるサラグモ科など(図9-a、9-b)計72例と、ヤリグモよりも大きなタナグモ科、ジョロウグモ科など(図9-c、9-d)計29例に分けられた。

コクサグモの網下部にいた個体(図9-e)が網の糸にぶら下がっていたショクガタマバエ(タマバエ科)の一種 *Aphidoletes* sp. (図9-f)を捕食するのを確認した。侵入していたヤリグモは体長4mm、網主であるコクサグモは体長10mmであった。この個体の網の下部には複数のショクガタマバエがぶら下がっていた。

| 捕食対象                                     | 網主あり | 網主なし | 捕食中 | 確認総数 |
|------------------------------------------|------|------|-----|------|
| クミスアラグモ <i>Neolinyphia fusca</i>         | 29   | 23   | 1   | 53   |
| コクサグモ <i>Allagelena opulenta</i>         | 14   | 0    | 0   | 14   |
| アシナガサラグモ <i>Prolinyphia longipedella</i> | 4    | 1    | 2   | 7    |
| クサグモ <i>Agelena silvatica</i>            | 5    | 1    | 0   | 6    |
| ジョロウグモ <i>Nephila clavata</i>            | 5    | 0    | 0   | 5    |
| ユノハマサラグモ <i>Turinyphia yunohamensis</i>  | 4    | 0    | 0   | 4    |
| ニホンヒメグモ <i>Parasteatoda japonica</i>     | 4    | 0    | 0   | 4    |
| チュウガタシロカネグモ <i>Leucauge blanda</i>       | 2    | 0    | 1   | 3    |
| ヤマトゴミグモ <i>Cyclosa japonica</i>          | 3    | 0    | 0   | 3    |
| ギンナガゴミグモ <i>Cyclosa ginnaga</i>          | 0    | 0    | 1   | 1    |
| サガオニグモ <i>Eriophora sagana</i>           | 0    | 0    | 1   | 1    |

表1 定点調査で確認されたヤリグモの捕食対象

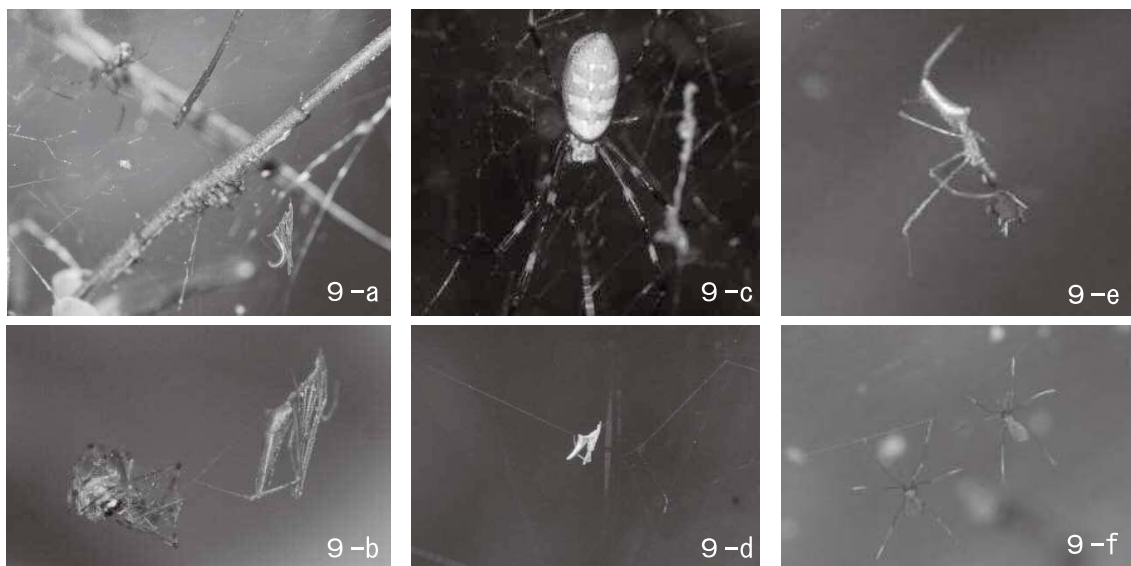


図9-a クミスアラグモの網下部で待機する雌 9-b 葉裏でアシナガサラグモを捕獲していた雌 9-c ジョロウグモ雌成体 9-d ジョロウグモの網内で静止する幼体(ジョロウグモとの体長比はほぼ実寸) 9-e コクサグモの網内でショクガタマバエの一種を捕食する幼体 9-f 同網下部にぶら下がるショクガタマバエの一種

#### (4) 浜松市天竜区における夜間の行動観察

##### ア 移動と獲物の網への侵入

6月29日の調査で、植物の葉間を移動する様子を観察した。ヤリグモは葉枝間に糸を流し、それが離れた場所に付着すると、第一脚を回転させながらゆっくりとその糸を伝って移動した(図10-a)。また、8月19日の調査では、ヤリグモが獲物の網に侵入し、攻撃を仕掛ける様子までを確認した。ヤリグモはコシダ間に糸を張りながら移動しており、まずコシロカネグモの網に侵入し、そのまま網主に接近して粘球糸(図10-b)で捕らえようとしたが、網主が落下してしまった。そのまま移動を続け、次はコシダからぶら下がり糸を流してジョロウグモの網に付着させ、糸を伝ってジョロウグモの網に侵入した。ヤリグモは躊躇することなくジョロウグモに接近して攻撃を仕掛けたが、またもや網主が落下したために失敗に終わった。

##### イ 徘徊性のクモを捕食した例

ヤリグモ雄成体が枝間に粘性の無い糸を張って静止していたところ、その糸を伝ってきた徘徊性の

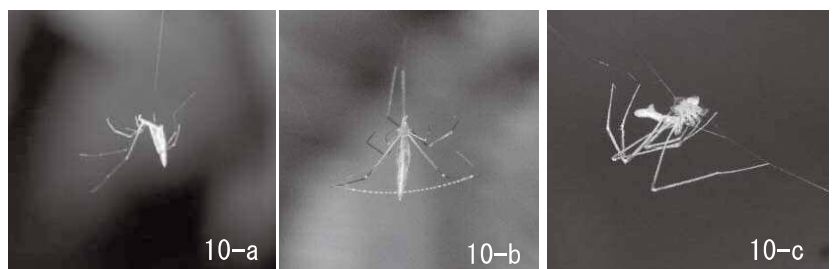


図10-a 糸を伝って移動するヤリグモ 10-b 粘球糸を張ったヤリグモ 10-c 自分の張った糸を伝ってきたフクログモの一種を捕食したヤリグモ

フクログモの一種 *Clubiona* sp. に反応し、粘球糸を絡めて捕食した（図 10-c）。

#### 4. 考察

##### （1）SEMによる成体の受容器の観察

確認できた体毛は「棘」や「毛」という名称の脚全体に分布するごく普通の毛（池田他 2003）であった。これらの毛には細かな分岐が無く、表面積は大きくないため、化学物質を受容できるとは考えられない。昨年の幼体の観察結果も同様であるため、ヤリグモが化学物質をシグナルとして獲物の網の位置を探る可能性はやはり低いと考えられる。

##### （2）実験装置内での行動の観察

もしヤリグモが風によって運ばれてくる化学物質を頼りに獲物の網の位置を探るなら、植物を伝って風上の獲物の網にたどり着くはずである。流していた風はヤリグモの風に逆らっての歩行を妨げるほどの強さではなかったからである。しかし結果は全ての個体が風下に移動し、1頭は網主を捕食したため、仮説を支持する結果を得たと考えている。

##### （3）袋井市小笠山における生活史

###### ア 個体数の変化など

ヤリグモの年間を通じたおおまかな生活史を把握することができた。幼体の個体数が春に増加したのに6月にかけて減少した理由に関しては、個体の分散や餓死などが考えられる。また、6月下旬から11月にかけては繁殖期であるため個体数が増加したと考えられる。

冬期には、気温5℃を境にヤリグモが姿を現さなくなっている。気温5℃は、「暖かさの指数」において植物の生活活動の閾値として利用されているが、ヤリグモの幼体でも活動の境目になっているのかもしれない。「このような時期には低木の葉裏ではなくシダなどの草本の株元で幼体が採集されることがある」と学会において新海明さんから教えていただいたので、今後確認したい。

図7からは、ヤリグモの世代交代の様子が読み取れる。すなわち、図中の破線で区切ったように世代交代が進んでいくと考えることができる。

###### イ 確認された場所の季節的変化と獲物の種類の関係、昆虫食について

冬期から初春にかけては獲物が少なく、またヤリグモの体サイズも小さいため、他種の網に侵入している個体が少ないが、夏期に移るにつれて気温が上がり、獲物が豊富になり、ヤリグモの捕食行動も活発になるため、獲物の網にいる個体が多くなったと考えられる。

獲物の種類の割合については、図11からわかるように、サラグモ科のクモが最も多かった。いずれの種も、成熟しても体長5mm程度にしかならないため、一年を通してヤリグモの餌として適していると思える。これらは「他種の網に侵入し、網主を捕食する」という、今まで知られてきた捕食様式に当たる。私はこれを「網侵入攻撃型」と呼ぶことにした。

ジョロウグモやクサグモ、コクサグモ成体の網に侵入していた幼体は、図9-c, dに示したように体サイズ差から考えて網主を捕食できるとは考えられない。それではヤリグモはその網上で何を狙うのかと考えると、観察結果より、ショクガタマバエの捕食が推測される。ショクガタマバエは繁殖期になるとクモの網に飛来し、糸にぶら下がって交尾する習性があるという（矢野他 2008）。実際に小笠山では8月～11月に非常に多くの個体が糸にぶら下がっている様子が見られた。よって、野外では頻繁に捕食が行われていると考えられる。

私は、この「網主の方が大きく捕食はできないが、網内の小昆虫などを捕えて食べる」という捕食様式を、「居候型」と呼ぶことにした。

##### （4）浜松市天竜区における夜間の行動観察

###### ア 移動と獲物の網への侵入

この観察によって、実験装置内の観察だけでなく、野外でも移動の際に糸を流すということを確認できた。また、1回の調査でヤリグモが立て続けに2つの網に侵入したことから、ヤリグモの生息環境において、夏期ならば他の造網性のクモの生息密度は高く、ヤリグモが侵入できる確率も高いと考えられる。

###### イ 徘徊性のクモを捕食した例

「自らが張った無粘性の糸を伝ってきた徘徊性種を捕食する」という捕食行動は、ヤリグモの近縁種であるオナガグモ *Ariames cylindrogaster* のものと同様のタイプである。この行動では一見獲物にありつける可能性が低そうだが、夜間は小型の徘徊性のクモが活発に葉枝間を徘徊しており、実際にオナガグモの網「条網（すじあみ）」にそれらのクモが侵入し、捕食されることも知られている（新海明他 2012）。よって、今回のフクログモの例だけでなく、ヤリグモがこの方法で他の徘徊性種も捕食している可能性はある。私はこの捕食様式を「条網待ち伏せ型」と呼ぶことにした。

##### （5）総合考察

受容器の観察や実験装置を用いた観察から、風任せの移動という仮説を支持する結果を得ることができた。加えて、小笠山における調査および天竜区での夜間観察で確認したヤリグモの捕食行動の多様性（図11）も、仮説の裏付けになる。何故なら、あらゆる機会に捕食を行うことができるのであれば、他種の網にたどり着く必要性が低くなるからだ。

さらに、ヤリグモのエネルギー節約戦略も仮説を支持する。ヤリグモは他種の網に侵入している際、脚を折りたたんで枯葉の破片のような格好で静止しており、さらに、夜間の観察の際に懐中電灯で照らすと、他種のクモは急いで逃げようとしたが、ヤリグモは糸の上で静止するかゆったりとした移動を続け、決して急いで逃げることはなかった。

以上のことから、ヤリグモはエネルギーを節約し、風任せの移動と停滞を繰り返しながら、獲物を捕食できる機会を逃さず生活を送っていると考えられる。

#### (6) ヤリグモの捕食行動の変遷について

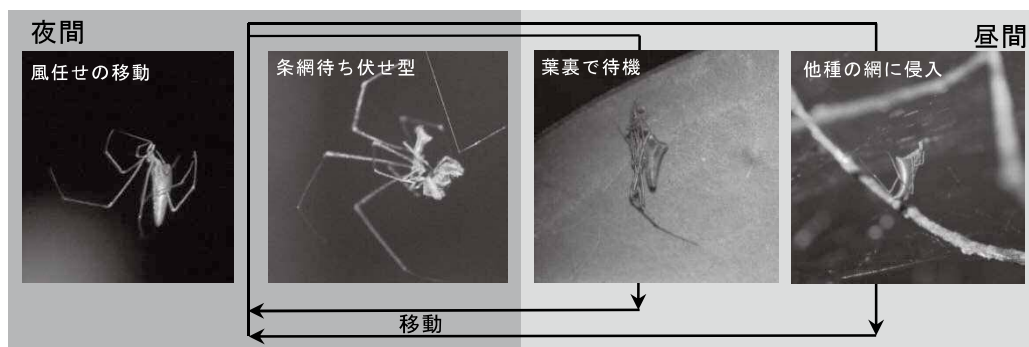


図 11 ヤリグモ成体における捕食行動の多様性

小笠山における

1年間の定点調査を通して、季節によってヤリグモの体長や獲物の種類が異なることが分かった。それを分析、モデル化したのが図 12 である。

まず、冬を越した幼体は成長に従って、主要な捕食様式である網侵入攻撃型と、夜間の移動中の条網待ち伏せ型を併用して獲物を捕らえるようになる。

続いて、5月以降に生まれてくる次の世代の幼体は主に大型種の網に侵入し、網内に居るショクガタマバエ等を捕食して居候型の生活を送る。ヤリグモ幼体にとって、自分と同程度の体サイズのクモが張る網よりも、大型種の網に侵入できる可能性の方が高いことから、この居候型は幼体期の主要な捕食様式であると考えられる。ただ、観察例はまだ少ないため、今後の調査で増やしていきたい。

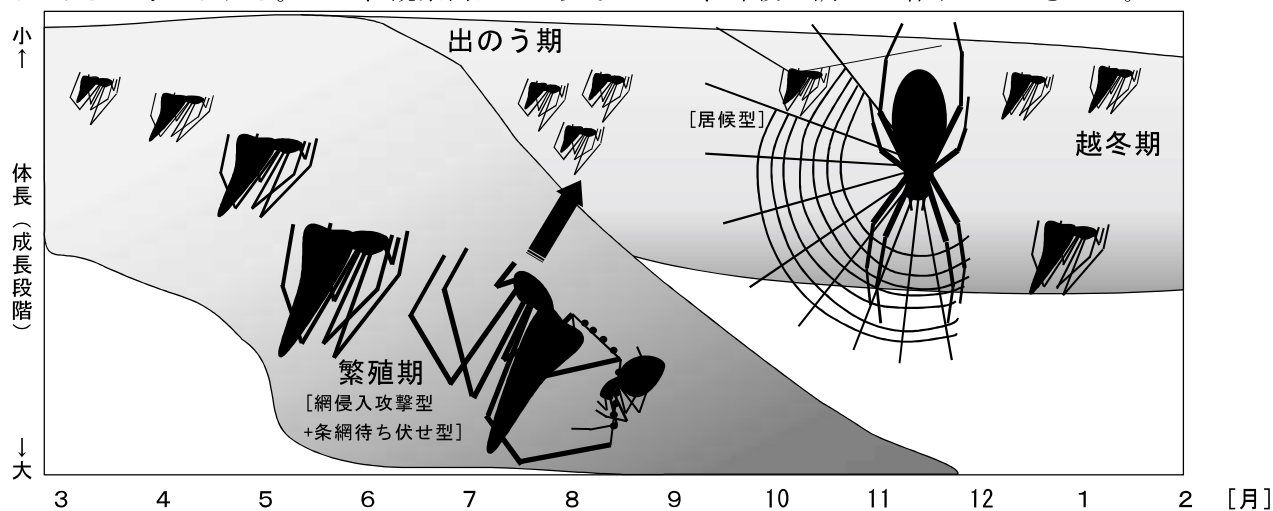


図 12 ヤリグモの捕食行動の変遷のモデル

#### 5. 参考文献

- ・ 鈴木佑弥、阿部剛大、佐野晃典、前田明希 (2012) 『クモを食べるクモ ヤリグモ *Rhomphaea sagana* の捕食行動について』平成 24 年度静岡県学生科学賞 科学教育振興委員会賞受賞作品
- ・ Whitehouse, M.E.A. 1987. "Spider eat spider": the predatory behavior of *Rhomphaea* sp. From New Zealand. *J. Arachnol.*, 15: p355-362.
- ・ 池田博明、新海明、谷川明男 (2003) 『クモの巣と網の不思議』文葉社 p62-64
- ・ 平松毅久 (2012) 『ジョロウグモの網で餌盗みをする？ヤリグモ属幼体』 KISHIDAIA No101 p48-49
- ・ 宮下直 (2000) 『クモの生物学』東京大学出版会 p188-201
- ・ 新海栄一 (2010) 『日本のクモ』 文一総合出版 p100
- ・ 谷川明男 (2012) CD 日本のクモ 日本蜘蛛学会
- ・ 矢野栄二、西川翔子、山根雅史 (2008) 『アブラムシ類の捕食性天敵ショクガタマバエの生態と利用』近畿大学農学部紀要 第 41 号 p1 ~ 10

ほか計 14 件

#### 6. 謝辞

東京大学農学部の宮下直教授及び谷川明男先生、新海明さんをはじめ、日本蜘蛛学会の会員の皆様には昨年の山形大会、今年の高知大会と 2 回にわたり、私の発表を聞いてくださり、さまざまな御助言、御教示をくださいました。大変励みになりました。

また、静岡理工科大学の早川一生先生に走査型電子顕微鏡の操作方法について御指導いただきました。

以上のみなさまに、心からお礼申し上げます。ありがとうございました。