

ヒメグモの生活史を探る（1）母親食いは無かった

石本 舞・金田愛美・池田博明

はじめに

ヒメグモ *Achaearanea japonica* は身近な夏に目立つクモの一種である。その生活史は池田によって予備調査されていた（池田 1990）。しかし、本格的な調査をする前に調査地の樹木が伐採されてしまったことで、調査は中止されたままになってしまっていた。その前後に、伊藤千都子が室内飼育により母親が同居の幼体に餌を与えることや、母体を食べさせることを発見したり（Ito 1985）、熊田理恵が網内の葉を除去すると生活に負の効果を及ぼすことを口頭発表したりした（熊田 1991）が、野外でのきちんとした調査は行われていなかった。

私たちは 2003 年に西湘高校の校内で野外のヒメグモを徹底的に調査することで、ヒメグモの生活に関して残された問題点の解明を試みた。2004 年にも継続調査により問題点のいくつかを解明できた。今回は 2003 年の結果を報告する。

生活史に関する研究の問題点

これまでのヒメグモの生活史の研究にはいくつかの問題点があった。

オスの分布に関する問題点。7月中旬から成体オスはメスの網に侵入し、メスが最終脱皮をして成体になると求愛し、交尾をする。成体オスは次第に消失する。メスの産卵は7月下旬から観察され、1メス当りの卵のうは2.5個であった。母親の幼体との同居は夏中観察された（池田 1990）。同じメスの網に同居した成体オスどうしは威嚇しあって闘争し、背甲幅が大きいオスが勝者となる（池田 1992）。問題点は、雌雄の個体数の変動の記録が1ヶ月間に7日の予備調査であり、毎日ではなかったため、オスの同居の詳細が不明であった。

葉吊り行動に関する問題点。メスは網内に葉を吊ることが多い。この葉を人為的に除去すると葉を吊り直さずにいること、産卵せずに消失したりするなど、生活に負の効果があることが口頭発表されている（熊田 1991）。しかし、この実験の調査記録は残されておらず、野外の葉吊り行動の実態の報告もなかった。

母親食いに関する問題点。母親は出のうした幼体に捕獲した餌を与え、最後に死亡して幼体に食べられる（Ito 1985）。この母親が最後に幼体に母体を与えているという報告には次のような問題点があった。通常、卵のうは複数個あるので、幼体の母親食は初期に出のうした幼体にとっては大きな利益が約束されている代わりに、後期に出のうする幼体から見た場合には利益が約束されておらず、大変に不公平である。伊藤千都子の飼育は奈良県で10月下旬から1月にかけて行われたもの

で、ヒメグモの通常の生活史（産卵のピークは 8 月～9 月）からすると大変遅く、季節はずれであった。後述するように、死亡した母親に本来なら分散しているはずの幼体が偶然に群がった可能性がある。

方 法

西湘高等学校内のサンゴジュの垣根とツゲの樹、キンモクセイにあるメスの網場所を記録し、メスとオスをできるだけ個体識別し、継続観察した。ヒメグモは体長が 5mm 以下と小さく腹部に付けたペイントマークは脚で除去してしまった。小さな頭胸部にマークを付けるのは不可能だったので、各個体には名前(愛称)をつけ、色彩と斑紋で識別した。メスの網どうしは離れていたため、移動して個体を誤認する怖れは小さかった。

8 月中旬になって母親と同居した幼体数及び卵のう数については、網内の葉をひっくり返してカウントすると、時間がかかり、クモに負担がかかるので、いったん葉上のクモをビデオ撮影し、撮影画像を静止画でプリントした後で、写真画像上でカウントした。

7 月 17 日から 8 月 27 日までは、野外観察を基本に行ったが、突然の落葉かき清掃によりほとんどのヒメグモが消失してしまったため、清掃場所から離れた樹木にいた 2 頭を採集してアクリル容器に入れたほか、8 月 29 日に他の場所（小田原城内高等学校の垣根）で卵のうを持ったヒメグモ雌を 7 頭採取し、アクリル容器に入れて生物室内で継続観察した。

幼体のサイズはマイクロメータを入れた双眼実体顕微鏡、またはデジタル双眼実体顕微鏡で測定した。

結果と考察

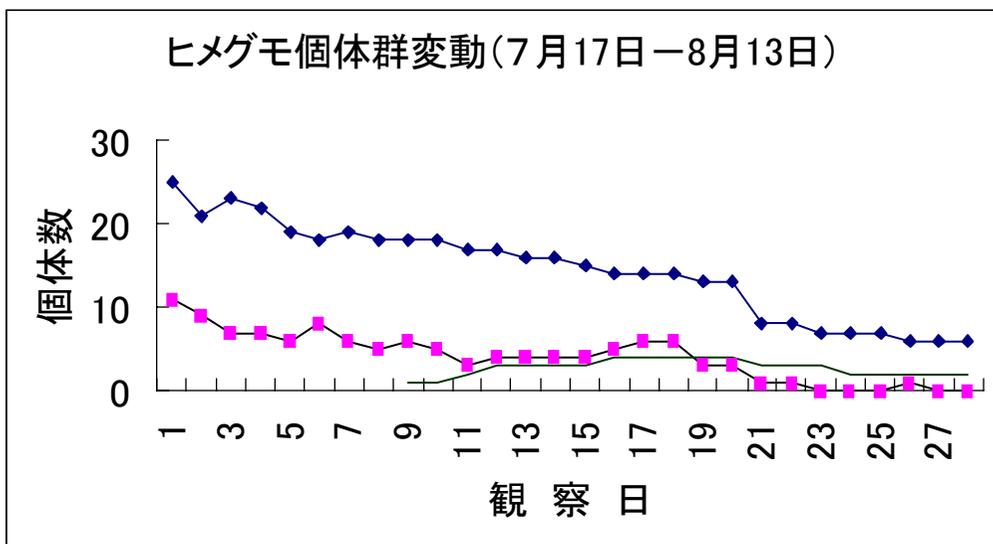
オスの分布

観察初日の 7 月 17 日からオスが消失した 8 月 13 日までのメス個体数（ヒシ形点）、成体オス個体数（方形点）、卵のうを持つメス個体数（実線）の変動をグラフに示した（グラフ 1）。7 月中旬から雌雄とも次第に減っていくという結果は予備調査（池田，1990）と同じ傾向であった。

次に、メスの網にオスがどのように分布するかを Morisita index で解析した。森下正明が提唱したこの指数は I_δ 指数とも呼ばれ（森下，1959）、ランダム分布の場合は 1 を、一様分布の場合は 1 以下を、集中分布の場合は 1 以上を示す。なお、I_δ 指数の値は、完全に 1 対 1 の対応をする一様分布の場合と算出不能の場合は 0 となる。

Miyashita (1993) はジョロウグモのメスの網上の成体オスの分布の解析に I_δ 指数を使って、初めは一様分布からランダム分布、最後の時期には集中分布を示すことを示した。

I_δ 指数は次のような式で算出される。

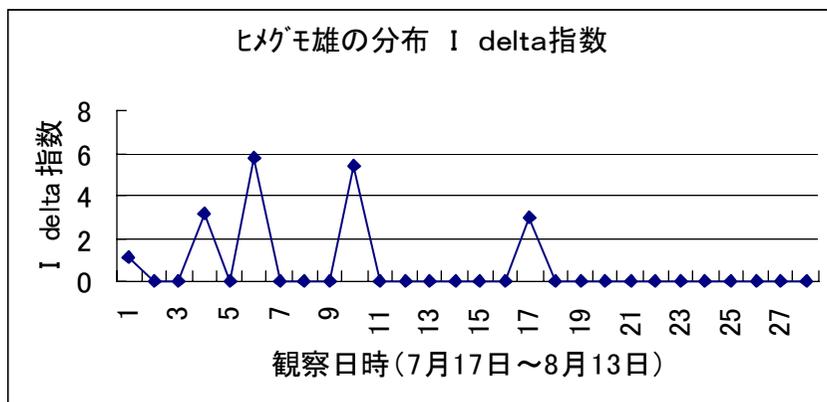


グラフ 1

$$I\delta = n \times \frac{\sum X_i (X_i - 1)}{N(N - 1)}$$

X_i は i 番目のメス網上のオス数
 N はオスの総数, n はメスの総数

ヒメグモ雄の $I\delta$ 指数は下のグラフのような結果となった(グラフ 2)。7月17日には1でランダム分布を示し、7月下旬は集中分布を示した。この結果から、ヒメグモの成体オスは最初はメスの網にランダムに侵入するが、オスどうしの威嚇誇示行動・メスとの交尾行動による移出があり、次第に亜成体メスまたは処女メスの網に集中して来るものと推察された。メスが小さく、成体かどうかの確認が野外の生きたメスでは困難であるため、以上は推察に留まる。なお、同居するオスとメスのペアはサイズに関して大きい個体どうしの対といった同系交配は観察されず、ランダムであることが既に調査されていた(池田 1989)。



グラフ 2

メスの網への同居日数を 5 日毎に集計したところ、表のようになった（表 1）。

表 1 期間毎のメスの網へのオスの同居日数

	7/17-7/22	7/23-7/27	7/28-8/1	8/2-8/6	8/7-8/11
1 日	8	6	1	4	1
2 日	3				
3 日	3			1	
4 日以上	3	3	4	2	

1 日以下の同居が全体の 50%を占めた。特にオスが複数いるときの周辺オス（中心オスと戦って負けたオス）は例外なく 1 日以下の同居だった。

ジョロウグモのオスでは周辺オスが 1 日以上同居する例があることを考えると、ヒメグモのオスはオス同士の闘争で負けるとすぐにその網から退散するものと考察された。池田（1992）は周辺オスのスニーカー戦略を考察していたがその可能性は低いようだ。

なお、オス同居の最長記録は Queen に対する King で 14 日間（7 月 22 日～8 月 4 日）であった。Queen はこの期間、網内に葉を吊っていないかった。次項で記すように、成熟するメスは葉を吊る傾向があることを考えると、Queen は亜成体だったために、オスがずっと同居していたという可能性が考えられた。

また、2 日以上オスが同居したメスの状態は次のような結果になった（表 2）。

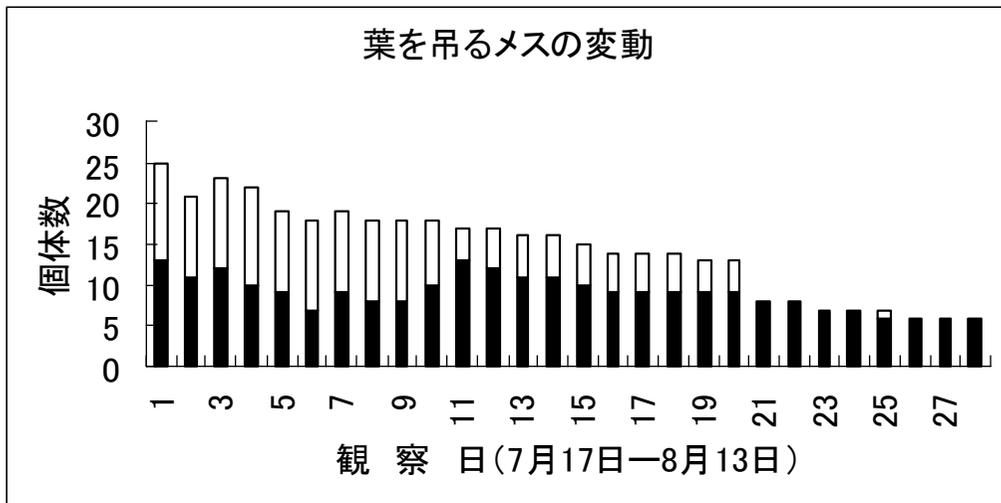
表 2. 2 日以上オスが同居したメスの状態

葉を吊らない・卵のうを持たないメス	6 例
葉を吊った・卵のうを持たないメス	6 例
卵のうを持ったメス	0 例

卵のうを持った産卵メスに 2 日以上同居したオスはいなかった。卵のうを持ったメスに 1 日だけ同居した例は 1 例あったが、これは偶然に侵入したものと考えた。次項の結果からも、網内に葉を吊っていないメスは葉を吊ったメスよりも若いことが考えられる。

葉吊り行動

網内に葉を吊るメスと吊らないメスの個体数変動は下記のグラフのようになった（グラフ 3：黒いバーが葉吊りメス、白いバーが葉吊りしないメス）。葉を吊らないメスは次第に減少した。減少は、葉吊りしないメスが消失する例（4 例あり）よりも、葉を吊るようになった例（7 例あり）の方が多かった。葉を吊ることなく卵のうを作ったメスも 1 例あったことから、葉は産卵に不可欠ではないが、メスは成熟が近くなったり、産卵が近くなったりすると葉を吊るようになると考えられた。



グラフ 3

葉は雨よけになるし、クモ自体や卵のうを保護する働きもあると考えられる。

母親の子供の世話

母親が卵のうをガードし、幼体と同居した野外の 2 例を記録した。

Jane と名づけたメス個体は卵のうを 4 個作成した。Sumire と名づけた個体は卵のうを 2 個作成した。卵のう内で孵化・脱皮した幼体が外へ出てくることを「出のう」と呼ぶ。

Jane の第 I 卵のうは 7 月 25 日に産卵・8 月 8 日に出のう、第 II 卵のうは 7 月 29 日に産卵・8 月 14 日に出のう、第 III 卵のうは 8 月 1 日に産卵、第 IV 卵のうは 8 月 11 日に産卵。第 I 卵のうと第 II 卵のうは出のうしないうちに委託業者による落葉清掃で除去された。

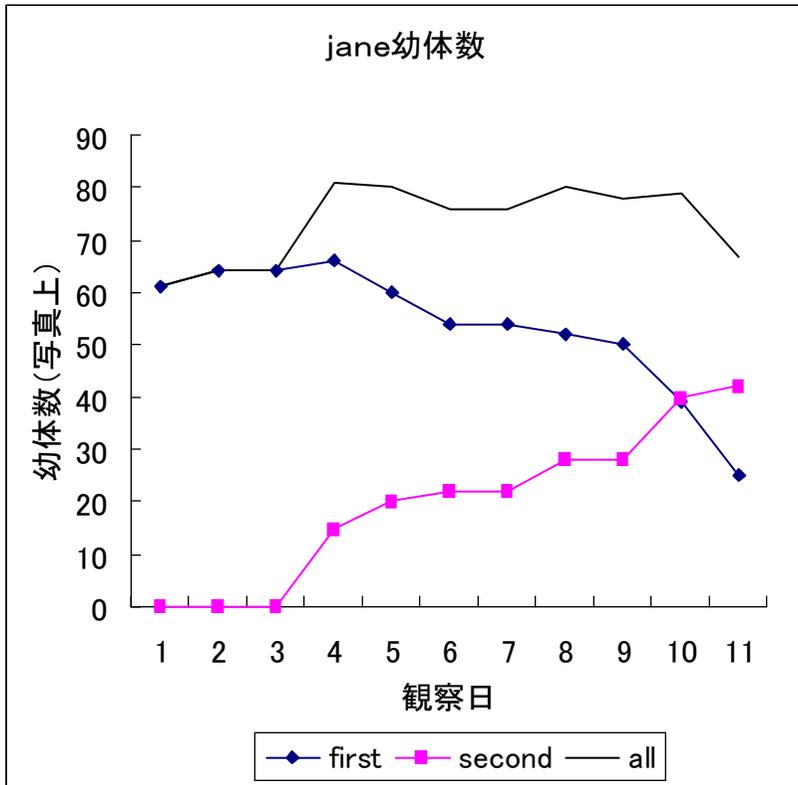
Sumire の第 I 卵のうは 7 月 27 日に産卵・8 月 11 日に出のう、第 II 卵のうは 8 月 4 日に産卵・8 月 17 日に出のうした。

結局、この時季の産卵から出のうまでの期間は 13~17 日間だった。

Jane の幼体数の変動をグラフに示した(グラフ 4)。Jane は幼体が出た後の空の第 I 卵のうを 4 日後に葉外に捨てた。翌 8 月 13 日、第 II 卵のうを第 III 卵のうのあった葉(第 1 の葉とする)の隣の葉(第 2 の葉とする)に移動した。さらに翌 8 月 14 日、そこから幼体が出のうした。8 月 15 日に、Jane は、まだ出のうしていない第 I 及び第 II 卵のうを第 2 葉に移した。雨が降り続いたので雨のかかりにくい第 2 葉に移したものと思われた。これ以降、Jane は第 2 葉に滞在したため、第 2 葉の幼体は母親の世話を受けることができなかった。Jane の幼体数の変動から第 2 葉の幼体は第 1 葉に次第に移動したことが分った。

第 1 葉と第 2 葉は隣り合っているが、同じ網内にあり、1cm 程度離れている。

第 2 葉の幼体は母親のいる方へ移動したことになる。このような幼体の移動は予



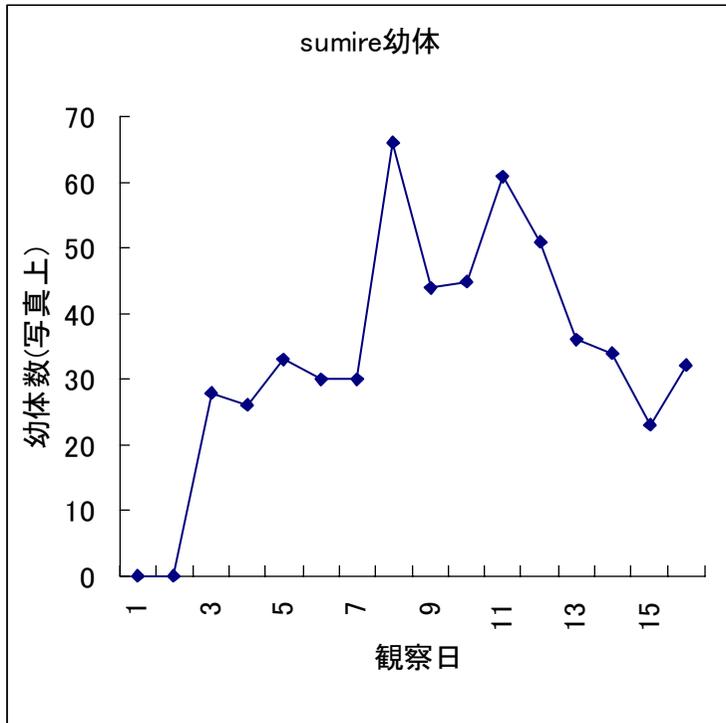
グラフ 4

想していない結果であった。さらに8月21日に幼体総数が減りだした。これは数え間違いではなく、既に第 卵のうから幼体が出のうして13日目だったことを考慮すると、幼体分散し始める時期だったと思われる。残念なことに8月22日に落葉清掃のため親子・卵のうとも消失した。

一方、Sumireの幼体数は8月17日には、第 卵のうから出のうした幼体に第 卵のうから出のうした幼体が加わって増えた(グラフ5)。8月18日と19日の個体数データが少ないのは撮影位置が悪く、画面に写っていない幼体がいるためである。しかし、第 卵のうの幼体が出のうしてから11日目に相当する8月22日からは明らかに幼体減少し始めた。この日には網にカメムシがかかり、さらに翌日にはアブがかかった。

これらの母親が採った餌に幼体が集まって捕食しているのが観察・撮影された。ヒメグモの母親の世話が野外で撮影されたのは初めてである。また、幼体の体色に関して興味深い新事実が観察された。餌がかかっていなかったときの幼体は黄色だったが、餌がかかって1日後には茶色に変化したのである。1日たつとすべての幼体が茶色になった。幼体の体色変化から捕食したかどうか分かることが発見された。

ところで、Janeの幼体数が減り始めたのが出のう後13日めから、Sumireの幼体数が減り始めたのが出のう後から11日目だったことに注目したい。幼体が出の



グラフ 5

うから分散するまでの日数としてこの程度の期間があるのかもしれない。

卵のう内の卵数または幼体数

クモを専門に捕食するサトヒメグモに襲われて、母親も第 卵のうから出た幼体も捕食されてしまったヒメグモの 3 個の卵のう内の幼体数を調査した。サトヒメグモを除いた葉上で、第 卵のう内に残された脱皮殻数（クモは卵から孵化した後、卵のう中で一度脱皮するため、卵のう内に卵殻と脱皮殻が残される .52 幼体）と、第 卵のう内で孵化していなかった卵数（19 卵）を数えた。また、数日間そのまま放置した第 卵のう内からは幼体が出のうしてきた（25 頭）。ヒメグモ幼体の出のうには母親の助けはまったく必要がないことが分った。

卵のう内の幼体数は第 卵のうが最も多かった。しかし、その後の卵のうの卵数は順番に少なくなっていくわけではなかった。

1 卵のう中の卵数（または幼体数）は、8 月 29 日に小田原城内高校で採取したクモ 3 頭についても調査した（表 2）。出のうした後の卵のうの中には卵のうが破裂したように破れて、第 卵のうと第 卵のうの脱皮殻が混在していたものがあったため、全個体は調査できなかった。

今回、Jane や Sumire も含めてカウントしたすべてのデータから 1 卵のうの内の平均出のう数を求めると、平均 36.7 頭 ± 標準偏差 15.21 頭であった。また、1 メスが産卵する幼体の総数平均は 101.2 頭だった。

表2 「母グモの名前」と卵のう数および卵のう内の脱皮殻数

「なでしこ」の卵のう 2 個	63 個	38 個			
「きく」の卵のう 5 個	46 個	36 個	34 個	29 個	21 個
「ぼたん」の卵のう 2 個	55 個 (うち 28 個は出のうせず)				52 個

母親の死亡と幼体の分散

今回の調査からは死亡した母親を幼体が食する「母食い」の現象 (Ito 1985) は観察されなかった。幼体と同居していた母親が葉内または葉の近くで死亡した例を 3 例観察したが、どの場合も幼体に捕食されていなかった。母親が死亡した 3 例では、母親の死亡日時は母親が産んだ最後の卵のうから幼体が出のうした後だった。

また、Ito (1985) の実験例では第 卵のうから 11 月 13 日に出のうした第 幼体と第 卵のうから 11 月 20 日に出のうした第 幼体を、翌年の 1 月 3 日まで飼育箱で同居させていた。既にこの第 幼体は 12 月 7 日 (出のう後 25 日め) に自分で餌を取り始めたのにさらに一ヶ月も母親と第 幼体と同居させていたので、母食いは飼育箱という閉鎖空間で無理な同居をさせていた結果ではなかったか。

今回、中サイズのアクリル容器 (縦 145×横 105×高 115mm) の内側に小サイズのアクリル容器 (縦 73×横 73×高 77mm) を入れ子にした飼育箱の場合には、内側の箱の中心にある葉の下から次第に幼体が容器の外周へ移動し、さらに日数がたつと、中サイズの箱の方へ移動していく例が一般的に観察された。さらに日数がたつとフタの隙間から幼体が外へ脱出してしまう場合もあった。

これは幼体が次第に分散傾向になること、もし機会があれば母親の世話から離れて分散し、独立していく行動を示しているのではないだろうか。そこで、思い切って 9 月 14 日に飼育箱のフタを開いて野外 (生物実験室の外の校舎の壁ぎわで風雨の当たらない場所) に出し、開放空間にしてみた。2 日後の 9 月 16 日に回収した結果、9 例のうち 6 例では母子ともに箱から外へ出て、飼育箱内には 1 頭もいなくなってしまった。幼体だけが残ったのが 2 例 (「ぼたん」の幼体 6 頭、「きく」の幼体 46 頭)、親子が残ったのが 1 例 (「ききょう」の幼体 14 頭) だった。

多数の幼体が残った「きく」の場合、9 月 19 日には飼育箱内には 34 頭に減った。9 月 19 日の 18 時 05 分に再び外へ出したところ、翌日には分散して消失した。

親が残った「ききょう」の場合、再び外へ出して回収した 9 月 20 日には 2 頭が残った。

母親と同居した幼体のサイズ

母親と同居した幼体にはどのような利益があるのだろうか。捕獲した餌をもらうからには、サイズが大きくなるといった利益が考えられた。そこで色々な状態の幼体の体長と背甲幅を測定してみた。背甲幅は丈夫な外骨格からできていると予想されたので、捕食しても大きくなると考え、腹部は比較的やわらかいので捕食した結果、サイズが大きくなると予想した。

最初に、まったく親から餌をもらわなかった場合の幼体のサイズを測定した (表

3). 試料は, サトヒメグモに親が捕食されて, 第 1 卵のうから自力で出のうした幼体である.

表 3 親から世話をされなかった幼体のサイズの変化 (単位はmm)

	8月26日(出のう直後)	28日(2日後)	9月1日(6日後)
体長	0.76	0.72	0.70
背甲幅	0.33	0.33	0.33
腹幅	0.40	0.37	0.35
測定数	5	6	10

この結果から, 母親から餌をもらわなかった場合は出のうから一週間たってもサイズはほとんど変わらず, 背甲幅以外の体長や腹幅はやや縮小するようだった.

一方, 母親と同居した幼体のサイズを測定した(表4)。「あんず」9月3日は出のう直後の幼体, 9月14日は一度だけチョウバエを捕食した後, 分散しかかった幼体, 「つつじ」9月3日は野外で母親と同居したところを採集し, 飼育早期に分散しかかった幼体であった.

表 4 親と同居した幼体のサイズの変化 (単位は mm)

	9月3日「あんず」	9月14日分散幼体	「つつじ」9月3日分散幼体
体長	0.71	0.77	0.87
背甲幅	0.35	0.42	0.39
腹幅	0.38	0.44	0.47
測定数	4	7	8

この結果からまったく餌を与えなかった場合と比べて, 母親と同居していた幼体は体長と腹幅がやや増大していた. 背甲幅もやや増大していたのは意外であった. 「つつじ」は既に野外で母親から餌をもらっていたと思われることから出のう直後の幼体に比べて体長や腹幅はひとまわり大きくなっていて. また, やはり背甲幅もやや増大していた. これらの体の増大は, 母親からまったく餌が与えられなかったときには成長しなかったことを合わせて考えると, 母親から与えられた餌の効果と考えられた.

ところで, 西湘高校の野外で観察している期間に母親と幼体が同居しているクモで, 私たちが網に虫がかかり, 捕食を観察した例は決して多くなかった(表5).

表 5 西湘高校内で餌の捕食を観察した例

「ヒメ」7月8日	「ミドリ」7月19日と27日
「Jane」7月19日と8月12日	
「Sumire」7月22日と31日, 8月22日と23日	

また、9月以降、飼育容器に入れたクモに、いろいろな虫（キイロショウジョウバエ、ヤガ、ゾウムシ、ガガンボ、イエバエ、チョウバエ）を網にかけたが、捕食した例は多くなかった。ゾウムシのように、母親が糸をかけたが、結局捕食しなかった例もあった。母親が積極的に捕獲しなかった場合は網が壊れたのが原因かもしれない。飼育下で捕食が起こった例は次の例だけであった。

「あんず」9月3日（チョウバエ）

「なでしこ」9月11日と14日（キイロショウジョウバエ）

キイロショウジョウバエを母親「なでしこ」が捕獲した例では、数十分後に幼体だけが7頭、ハエに群がっている例が観察された。これはIto（1985）の観察結果と同じであった。このときは、幼体の体色が食後に茶色に変化するほどではなかった。

結果を総合して考察すると、虫の捕獲頻度はあまり大きくはないが、捕獲された場合には幼体にとって大きな利益になると推測された。

体長や腹幅が増大するのは予想できたが、背甲幅が大きくなったのは意外だった。しかし、出のう後から分散するまでの期間に幼体は脱皮をしていなかった。出のう直後の幼体から分散するまでの幼体を実体顕微鏡で見直した。すると、出のう直後は脚を丸めているのに分散近い幼体は脚を伸ばしていることに気がついた。そこで、背甲幅が増大したのは出のう直後には頭胸部もまだ柔らかくて丸まっているのに、次第に硬くなって全体が伸びてくる結果、背甲幅もやや大きくなるのだろうと推測した。幼体は体色が淡くて背甲の縁が明確でなく、曲がった脚で隠れたりして背甲幅は測定しにくいいため、測定ミスも考えられた。そこで、正確に頭胸部のサイズを表すのに、測定しやすい箇所として幼体をあお向けにして胸板長を測定してみた。すると、出のう直後の幼体も体長が大きくなった幼体もほとんど変わらなかった（0.25mm）。しかし、野外で母親に世話をされたと推測されて体長が大きく増大した「ゆず」の幼体ではやや大きくなっていった（0.30mm）。やはり、幼体の頭胸部はまだ完全に硬くなっていないものと思われた。

前述したように、Ito（1985）は幼体が自分で餌を採れるようになってからも、母子を容器内で同居させていた。しかし、今回の観察では、出のう後2週間もたつと幼体は中心部からどんどん離れていく傾向を見せたとし、葉が小さくて幼体数が多い場合には、先に出のうした幼体は葉の外に押し出されてしまっていた。そして、幼体は次第に周辺に、容器の外へと分散していく傾向を見せた。

私たちは野外でも同様のこと、つまり、先に産まれた幼体が先に分散していくものと結論した。母親食いは、やはり例外的な現象であったのだと思われた。しかし、例外的な現象とはいえ、母親がどのような条件で捕食されるのかといった課題は残った。

まとめ

- (1) 西湘高等学校内のヒメグモのメスの網をすべて記録し、毎日観察することで、ヒメグモの生活史を調査した。雌雄の個体数は観察を始めた 7 月 17 日から次第に減っていき、8 月 13 日にオスが見られなくなった。
- (2) オスのメスの網に対する分布を I8 指数で分析したところ、初日はランダム分布、その後約一週間は集中分布であった。卵のうを持ったメスの網に侵入して留まるオスはいなかった。オスは垂成体メス・処女メスへ集中すると考察された。
- (3) オスの同居日数は 1 日以下が 50% だった。特に複数が同居したときの周辺オスの滞在日数は 1 日以下だったので、オスどうしの闘争に負けたオスはすぐに退散すると考察された。
- (4) オスの同居期間の最大日数は 14 日間だった。
- (5) 網内に葉を吊るメスが次第に増えていった。8 月 7 日以降は生残していたすべてのメスが葉を吊っていた。葉の下に卵のうが置かれること、雨をよけるために母グモが卵のうを移動することから、葉は卵のうや幼体を保護するのに大きな効果があると考察された。
- (6) 継続観察したメス 30 頭のうち産卵したメスは 5 頭だった。うち 1 頭は母親と第 1 卵のうから出のうした幼体がサトヒメグモに捕食された。
- (7) 8 月 29 日に小田原城内高等学校のサンゴジュの垣根から卵のうを持つ母グモ 7 頭を採集し、アクリル容器に入れて継続観察した。西湘高等学校で採集した 2 頭も加えて、全部で 9 頭を継続観察した。与えた虫を捕獲しないことが多く、飼育は困難だった。
- (8) 産卵したメスに関して 1 メス当りの卵のう数は平均 2.9 個だった。
- (9) 1 卵のうからの出のう数は平均 36.7 頭だった。母親不在の卵のうからも出のうしたことから、幼体の出のうは自力で行われ、母親の助けは不要であることが分かった。
- (10) 野外で幼体の分散は出のう後 11 日から 13 日で始まった。
- (11) 母グモは捕獲した虫を自分でかんだ後で幼体に与え、子育てをすることを確認した。野外での幼体の世話の撮影に初めて成功した。
- (12) 捕食すると幼体の体色は黄色から茶色に変化することが分かった。ただし、捕食量がわずかである場合は変化しなかった。
- (13) 同居の母グモが途中で死んだ 3 例のすべてで幼体は母グモを捕食しなかった。
- (14) 分散傾向にある幼体の体長・背甲幅・腹部幅は、出のう直後の幼体と比べて大きかった。母グモと同居して野外で餌を捕食していたと思われた幼体は特に大きくなっていた。餌をまったく与えなかった場合はこれらは大きくなり、やや小さくなることが分かった。
- (15) 幼体が母グモと同居する期間中に脱皮を観察しなかった。脱皮をしないまま、背甲幅が大きくなる理由は背甲も含めて次第に頭胸部が広がり硬化するこ

とにあるのかもしれない。胸板長でも同様の变化を確認した。

参考文献

- 池田博明 1989. ヒメグモの配偶行動. *Heptathela*, 4 (1) :45-50.
- 池田博明 1990. ヒメグモの生活史覚え書き. *Heptathela*, 4 (2) :11-16.
- 池田博明 1992. クモの配偶行動と糸. *遺伝*, 46 (8) :32-37.
- Ito, C. 1985. Brood-care behavior in *Theridion Japonicum* observed at a laboratory. *Acta arachnologica*, 34:23-30.
- 熊田理恵 1991. ヒメグモの葉吊り行動についての報告. *Acta arachnologica*, 97:30.
- Miyashita T. 1993. Male-male competition and mating success in the orb-web spider, *Nephila clavata*, with reference to the temporal factors. *Biological Research.*, 8:93-102.
- Morisihita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of distributional patterns . *Mem.Fac . Sci . Kyushu Univ . , Ser.E2 : 215-235.* (森下正明生態学論集第二巻 , 1979 , 思索社より , 翻訳された論文「個体の散布度の測定と分布様式の解析」を参照した)
-