

クモの生活～子グモはなぜまどいを作るのか～

大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎 2年 西野真由子

1 研究の動機

1994年から産卵、孵化を中心にクモの研究を続けてきた。これまで観察した多くの種類のクモが、卵から孵化、出のう後、「まどい」という幼体の集団生活を経て、独立して生活した。子グモがなぜまどいを作るのか、ずっと不思議に思ってきた。2002年秋、生物の授業で「集合フェロモン」について習った時、「まどいも集合フェロモンで説明できるのではないか」と思い、研究することにした。

2 研究の目的、方法

子グモ（2齢ないし3齢）の時期にみられる「まどい」について

- 1) どういうメカニズムで集団を形成しているのか…集合フェロモンの存在を調べる
- 2) なぜ集団を形成しているのか…集団でいることの意義、利点を明らかにする

文献やインターネットで検索したが、クモでは性フェロモンについての記載はあったが、集合フェロモンに関する研究はなかった。昆虫の研究を参考に独自に抽出方法を試行錯誤しながら集合フェロモンの抽出を試みた。まどいの意義としては (a) 温度説 (b) 湿度説 (c) 成長促進説 を仮定した。

研究対象はこれまでの観察が豊富で、まどいの期間が7～10日と長いジョロウグモとコ



写真1 ジョロウグモのまどい
ガネグモを用いた。50種類の実験を行い、観察結果と合わせて考察した。

参考) ジョロウグモのまどい (写真1)

孵化 (1齢) ⇒ 脱皮して (2齢) 出のう ⇒ 1次まどい ⇒ 脱皮 (3齢) ⇒ 上方へ移動、2次まどい ⇒ 旅立ち、1頭で生活
コガネグモのまどい (写真2)

孵化 (1齢) ⇒ 脱皮して (2齢) 出のう ⇒ まどい ⇒ 旅立ち、1頭で生活

※コガネグモはまどい中に脱皮をせず2齢でまどいを解消する、2次まどいを作らない点がジョロウグモとは異なる。

3 研究の結果

1. 子グモの誘引物質の存在

1) ジョロウグモ

子グモの誘引性を調べた実験の結果は表1の通り。ジョロウグモのまどいを形成している2齢・3齢グモ抽出液は、いずれも2齢グモ

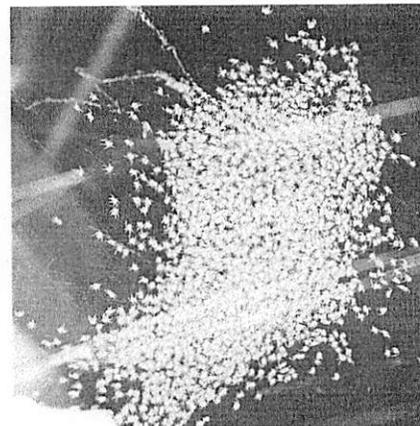


写真2 コガネグモのまどい
にも3齢グモにも誘引性があった。まどい糸や脱皮からの抽出液も子グモの誘引性を示した。独立して網を張っているクモ (3齢ないし4齢) を集めてもまどいを形成せず、またそのようなクモの抽出液は2齢・3齢グモに誘引性を認めなかった。まどいが子グモの一時期のみ見られる現象であること、誘引物質は一時期のみ見られることを確認した。この物質は水溶性ではなくエーテルで抽出できた。ジョロウグモの子グモのまどいには誘引物質が関与していることが分かった。この抽出物はナガコガネグモの2齢グモに対しても誘引性を認めた。また、子グモの密集したまどいの形成には誘引物質の存在とともに、明るさも必要であった。子グモのすりつぶし液には忌避反応を示した。

		飼育箱に入れたクモ	
		2 齢グモ	3 齢グモ
エーテル抽出液	出のう直後2 齢グモ : 30分, 60分, 3h抽出	誘引性(-)	
	出のう直後2 齢グモ : 24h抽出	誘引性(+)	誘引性(+)
	2 齢グモ (出のう2~4日)	誘引性(+)	誘引性(+)
	1 次まどい 3 齢グモ	誘引性(+)	誘引性(+)
	2 次まどい 3 齢グモ	誘引性(+)	誘引性(+)
	まどいの糸 (2 次まどい移動直後)	誘引性(+)	誘引性(+)
	まどいの糸 (2 次まどい移動10日)	誘引性(+)	誘引性(-)
	1 頭で網を張り生活しているクモ	誘引性(-)	誘引性(-)
	夜、まどいが分散している状態の2 齢グモ	誘引性(+)	
	夜、まどいが分散している状態の3 齢グモ	誘引性(+)	誘引性(+)
	出のう前から暗い箱に入れた2 齢グモ	誘引性(+)	
	ふつうの2 齢グモ液 ※暗くして実験	誘引性(-)	誘引性(+)
	ふつうの3 齢グモ液 ※暗くして実験		誘引性(-)
水抽出液 (3 齢グモ)			誘引性(-)

表1 ジョロウグモの実験の結果

2) コガネグモ

エーテルの他、アセトン、クロロホルム、ヘキサンや水など抽出液の種類を変えたほか、子グモの数、時期などいろいろ条件を変えて抽出を試みたが、ジョロウグモのような誘引物質が抽出できなかつた。まどい糸や子グモが出のうした後の卵のうも誘引性がなかつた。視覚によって子グモが集まっていることは否定できた。子グモのすりつぶし液に対する忌避反応はみられた。コガネグモでは誘引物質は存在しないか、ごく弱いと考えられた。

2.まどいの意義

1) ジョロウグモ

(a) 温度説は実験がうまくいかなかった。
 (b) 湿度説、(c) 成長促進説は否定的だった。まどいを作る子グモが形態的(口器の発達)が不十分、感覚毛や保護毛も充分生えていない、出糸器官の発達もまだ不十分)にも機能的(エサを捕食できない、1頭で網を張れない、まどいの子グモの頭の向きが一定しない)にも未発達であることは確認できた。2齢グモは頭の向きが一定しないのに3齢グモになると頭の向きが一定してくる(下向きになる)ことは χ^2 検定で確認できた。

2) コガネグモ

(a) 温度説: 8~9月は昼も夜も子グモが分発しているのを否定的だった。しかし10月になると、コガネグモのまどいもジョロウグモ同様、昼間は子グモが密集するようになる(写真3)ことを観察したので、今後、実験で検証する必要がある。
 (b) 湿度説: 高湿度もコントロールもまどいの状態に変化はなかつたので否定的。
 (c) 成長促進説(成長阻害説)

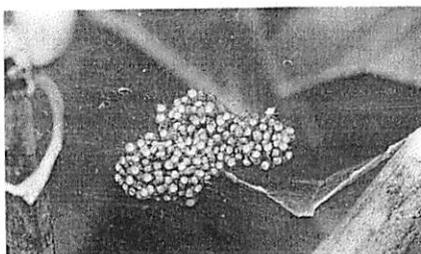


写真3 密集するようになったコガネグモ

実験13では出のう当日(9/6)からまどいを解消した日(9/18)まで毎日5頭ずつ子グモをまどいから分離し、1頭ずつ別々のフィルムケースに入れた。実験14では出のう当日の9/6に1頭、5頭、10頭、20頭に分けてフィルムケースに分離した。

Mann-WhitneyのU-検定を行うと実験13: 9/18(まどい最終日)に分離したクモに対し9/6(出のう当日)に分離、9/7(まどい2日目)に分離したクモは有意に生存日数が短い(グラフ1)

実験14: 20頭分離に対し、1頭分離、10頭分離は有意に生存日数が短い(グラフ2)ことが分かった。今回は「分離したことでなぜ生存日数が短くなるか」は分からなかつたので、また調べてみたい。

4 結論

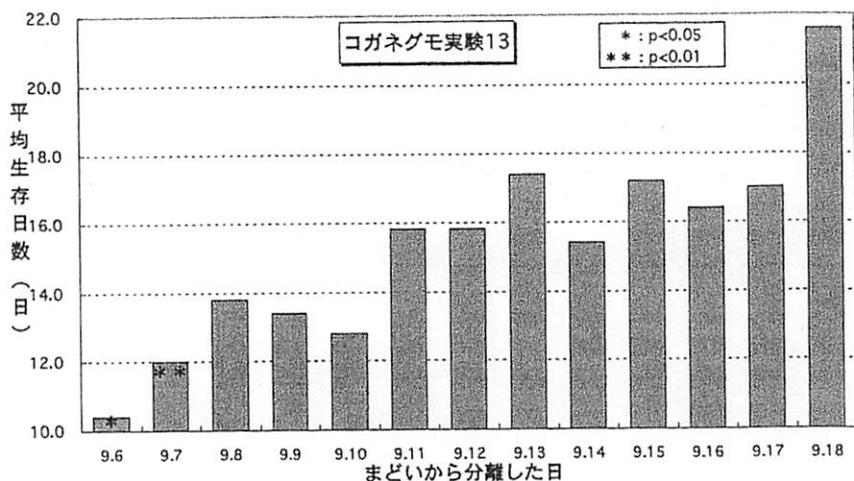
1. ジョロウグモではまどいの形成に誘引物質の存在が示唆された。コガネグモでは誘引物質が抽出できなかつた。
2. まどいの意義として湿度説は否定できたが、温度説は今後、実験による検証が必要であった。コガネグモでは出のう直後にまどいでいることが子グモの寿命にとって有効であることが分かった。

5 謝辞

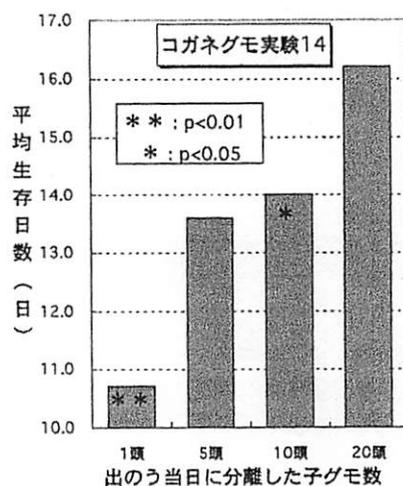
日本蜘蛛学会の西川喜朗先生(追手門学院大学教授)、池田博明先生(神奈川県立西湘高等学校教諭)に、ご指導、ご助言いただくことができた。また、品田哲郎先生(大阪市立大学大学院理学研究科講師)には、フェロモンについていろいろ教えていただいた。ご指導、ご助言いただいた諸先生には、心から深く感謝している。

6 参考文献

1. 太田次郎 丸山工作編 高等学校 生物 I B 啓林館
2. 吉倉 真 『クモの生物学』 学会出版センター 1987年
3. Eberhard WG. 1977 Aggressive chemical mimicry by a bolas spider. *Science* 198,1173-1175
4. Stowe MK, Tumlinson JH & Heath RR. 1987 Chemical mimicry: Bolas spiders emit components of moth prey species sex pheromones. *Science* 236,964-967
5. 湯嶋 健 『昆虫のフェロモン』 東京大学出版会 1982年
6. William C. Agosta 『フェロモンの謎』 東京化学同人 1995年
7. 高橋正三 『昆虫の生理活性検定法』 培風館 1982年
8. 藤崎憲治 『カメシはなぜ群れる?』 京都大学学術出版会 2001年
9. 池田博明(編) 2003. SPIDER DATA Hypertext version, JAPAN



グラフ1 毎日1頭ずつまどいから分離



グラフ2 頭数を変えてまどいから分離

西野さんは、小学校2年生(1994年)から、自由研究をきっかけに自宅で産卵や孵化を中心に観察を続けてきた。その過程で、様々な生態的現象に疑問を抱き、実験方法を工夫しながら多くのことがらを明らかにしてきた。これらの成果は、日本学生科学賞に出展し、高く評価されてきた。

今回の研究は、卵からの孵化、出のう後につくるまどいの意義とメカニズムについて行った。本研究は、先行する事例がなく試行錯誤の連続であったが、その結果、まどいに関する新しい発見が多く、学術上意義深く、さらに大きく発展できる可能性を秘めている。

私が行った指導は、文献の収集と実験の手法および結果の妥当性についての助言程度である。私自身、蜘蛛に対する専門的知識が乏しいため、具体的な細部の指導については、複数の専門家をお願いした。日本蜘蛛学会の西川喜朗先生(追手門学院大学教授)には蜘蛛の生態について、また池田博明先生(神奈川県立西湘高等学校教諭)には蜘蛛およびデータの検定方法について、さらに品田哲郎先生(大阪市立大学大学院理学研究科講師)にはフェロモンの抽出方法などを助言いただいた。先生方はご多忙にもかかわらず、快く懇切丁寧に指導していただいた。この場を借り

て、お礼申し上げる。また西野さんは、これを機会に蜘蛛同好会へ入会し、他の研究者との交流を深めることになった。

本研究は、すべて西野さん個人が自宅で実施し、実験器具や記録などの費用も全額自己負担であり、彼女の尽力と共に支えられた家族の協力がなければ達成できなかった。西野さんの研究を通じて、生命現象の研究においては、継続的な観察と実験がとても重要であることを再認識した。また、生徒の自然離れが深刻化している昨今、生き物にふれる機会をつくり、生き物とじっくりと向き合える生徒を育てていきたい。

昨年度の研究を発展させ、アトラジンの再実験とマンネブと化学構造に共通点があるジチオカルバメート系殺菌剤のジラムなども甲状腺に影響を与える物質であるかを調べることを検討するように指導した。しかし、トウキョウサンショウウオは貴重な生物であり、多くの個体を実験に使用することはできない。また、アフリカツメガエルの試験方法では、排卵誘発剤の入手の困難さや受精卵からオタマジャクシに変態させるまでに時間がかかるなどの欠点がある。そこで、体長が小さいので多くの個体が飼育できるメダカを実験動物として使用し、以下の3点を研究の目標とし、実験計画を立てるように助言した。

- ①メダカとアフリカツメガエルの文献から、チロキシンや甲状腺に関係する先行研究の資料を探し研究の基本的知識・技術を把握する。
- ②メダカとアフリカツメガエルの両方の試験方法で実験を行い、メダカの試験方法の有効性を検証できるようにする。
- ③そのために、メダカの試験方法を改善し、再現性のある方法にしていく。

以上の目標のもとに実際に部員が実験をしていくなかで、アフリカツメガエルの受精卵をオタマジャクシにする難しさ(未受精卵が多く、7回試みたが失敗)や、メダカの実験(実験1~3で合計約5000個体を使用した)で

は稚魚の発生ステージに差がでないように注意する苦労があった。生徒は、これらの困難にめげずにほとんど休み返上でこの研究に主体的に取り組んだ。そして、このバイタリティーや情熱が2年連続入賞の栄誉をもたらしたと顧問は考えている。

また、先輩部員の姿勢から後輩が学び取ることが多くあり、それが松高生物部の伝統として引き継がれることを望む。生徒達は、この研究を通して自然から学ぶことの楽しさや誰もやっていないことに挑戦することの難しさ学んだのではないだろうか。

2001年、北高来郡森山町唐比湿地でタテハモドキの研究(第46回日本学生科学賞環境大臣賞)の一環として生物相の総合調査を行った。この時採集された昆虫の同定を行っていた生徒達はセジロウカに興味を持った。それは、翅の長短や色彩に変異が見られたからだ。トノサマバッタの翅の長短や色彩は、生育密度の違いによる相変異であると生物の授業で学習していた。しかし、セジロウカでは色彩や模様が一様していなかった。このことから、セジロウカの色彩変異には遺伝が関係しているのかもしれないとの疑問も持った。

そこで、どのように研究を進めるか熱心な討議が繰り返された。まず飼育法を確立し、色彩変異に遺伝が関係していないのかを探ることになった。そして、次のような手順で取り組むことになった。①野外観察、②飼育観察、③飼育室の設計と自作、④飼育室での飼育実験、⑤個体の選抜と形質の固定、⑥文献の調査、⑦交配実験である。さらに、これらをまとめて結論を得たいというものであった。

できる限り生徒の発想や意見を尊重し、生徒から求められた場合だけ助言をするように心がけた。

各種器具の自作や飼育法については失敗と改良を繰り返しながら乗り越えた。しかし、遺伝の解明については形質の選抜・固定に長い時間が必要であり、地道で失敗の許されない作業であり、飼育・管理についてはつい口を出すことも多かった。

少ない予算と限られた設備の中で、今回なんとかセジロウカの色彩と斑紋に遺伝が関与している可能性を示唆する第1報をまとめたことは、部員全員の大きな糧となった。

また私自身25年間生物部の指導を行ってきたが、本校に転勤して2年で新たな基礎を築くことができたことに深く感謝したい。

生物編 高校の部

文部科学大臣賞

クモの生活～子グモはなぜまどいを作るのか～52

大阪教育大学教育学部附属高等学校天王寺校舎 2年 西野真由子

環境大臣賞

メダカの鱗と鱗を指標にした甲状腺への影響を調べる試験方法54

埼玉県立松山高等学校 生物部

入選1等

セジロウカの飼育と形質に関する研究 (第1報)56

長崎県立長崎西高等学校 生物部

入選1等

カゲロウ卵の形態と沈降様式の関係～カゲロウ卵キャップの新しい意義の発見～58

栃木県立宇都宮工業高等学校 生産システム研究会

入選1等

組織培養で得られたヤマユリの順化および地域への普及に関する研究60

千葉県立君津青葉高等学校 バイテク部

入選1等

江川周辺におけるキジのテリトリー変化62

埼玉県立浦和第一女子高等学校 2年 藤津亜季子

入選1等

タンポポの研究64

千葉県・八千代松陰高等学校 1年 石川美穂

目次 3

第47回日本学生科学賞作品集

2004年7月16日発行

編集・発行

読売新聞東京本社 事業開発部

〒104-8325 東京都中央区京橋2-9-2

TEL: 03-5159-5886 FAX: 03-5159-5878

http://event.yomiuri.co.jp/2004/science_48th

印刷・製本

凸版印刷株式会社

本誌掲載記事の無断転載・コピーを禁じます。

クモの幼体はなぜ「まどい」を作るのか

西野 真由子¹⁾

Why the spiderlings aggregate after hatching ?

Mayuko Nishino

はじめに

多くの種類のクモは卵から孵化・出のう後、「まどい」という幼体の集団生活を経て独立して生活する。「まどい」については「みずから餌をとらず、体内に保有している卵黄を消費し、独立生活への準備をしている」（吉倉 真 1987）と考えられており、その機序や意義についてはあまり触られていない。高等学校でフェロモンについて学習した際に、「まどいも集合フェロモンで説明できるのではないか」と思った。これまでクモにおいて集合フェロモンの報告はない。しかし Stow らはナゲナワグモでエサとなる蛾を誘引する物質を同定し（Stow et al. 1987）、性フェロモンはいくつかのクモで報告があるなど、クモにおけるフェロモンの存在は認められている。どのような機序でまどいを形成しているのか、誘引物質は存在するか、集団を形成していることの意義等を明らかにすることを目的に 2003 年 5 月から 2004 年 5 月まで研究した。

研究の方法

研究対象はこれまでの野外観察が豊富で、まどいの期間が 7 - 10 日と比較的長いジョロウグモとコガネグモを用いた。

1. 誘引物質を調べる実験

- 1) まどいを作っている幼体 200 - 500 頭をエ - テル 10ml に入れ、抽出液を作る。
- 2) 抽出液 0.1ml を注射器でとり、飼育箱に敷いたろ紙（直径 15cm）の端に滴下する。対照液（エ - テル）0.1ml も注射器でろ紙の反対側の端に滴下する。
- 3) 抽出液、対照液とも乾燥したら（1 - 2 分）、実験対象となる幼体 70 - 250 頭を飼育箱にバラバラに入れる。幼体は糸を引いて連なっているが、糸を切って 1 頭ずつ入れる。

抽出液作成の条件

抽出に用いた溶媒：生物の教科書のシロアリの実験を参考にエ - テルを用いた。一部の実験で

1) 大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 3 年

はクロロホルム、ヘキサン、アセトン、水も用いた。

実験に用いた幼体数：予備実験で、抽出液を 10 倍・100 倍・1000 倍希釈して活性を調べると、10 倍希釈では元の抽出液とほぼ同じであったので、抽出液を作る時に幼体数を厳密に揃える必要はないと判断した。

抽出時間：抽出 30 分後・60 分後・3 時間後・24 時間後の活性を調べると、出のう後 4 日たったクモの抽出液ではすべて活性があったが、出のう直後のクモの抽出液では 24 時間後のみ活性があったので、24 時間抽出することにした。

）抽出液の誘引性の判定

飼育箱にバラバラに入れた幼体が飼育箱の抽出液側 1/2 に移動したら + 1，対照液側 1/2 に移動したら - 1 とした。同様に幼体が抽出液側 1/4 に移動したら + 2，抽出液側 1/8 に移動したら + 3 とした。「まどい」を作るかどうかは滴下した抽出液よりも実験対象グモに依存すると考え、ばらけた状態でもクモが移動すれば + とした。実験開始 24 時間後まで複数回観察し、2 回以上 + 1 ~ + 3 を示した実験は誘引性(+)と判断した。

）2003 年と 2004 年の実験方法の違い

2003 年のジョロウグモの実験では抽出液を必ず左に滴下した。そのため「幼体を誘引する他の要因（例えば光）が左側に存在したため結果が陽性になった可能性を否定できない」と指摘を受けた。そこで 2004 年は抽出液を左に滴下した飼育箱と右に滴下した飼育箱を同時に実験した。なおコガネグモは 2003 年の実験で抽出液を左・右に滴下、それぞれを同時に実験した。

2. まどいの意義を調べる実験

実験 1 では出のう当日からまどいを解消した日まで、毎日 5 頭の幼体をまどいから取り出し 1 頭ずつに分離した。実験 2 では出のう当日に 1 頭・5 頭・10 頭・20 頭に分離した。幼体はフィルムケ - スに入れ、脱皮の時期や生存日数を比較した。観察中、餌は与えなかった。

3. 幼体の形態・機能観察

ジョロウグモのみで観察した。1 齢グモ・2 齢グモ・まどいにいる 3 齢グモ・まどいを解消し独自に網を張っている 3 齢グモを双眼実態顕微鏡で観察し、形態を比較した。2 齢グモのまどいと 3 齢グモのまどいで、まどいの表面に見える幼体の頭の向きを調べた。まどいの 2 齢グモと 3 齢グモを分離し、網を張ることができるかどうかを調べた。

・ 研究の結果

1. 誘引物質を調べる実験

2003 年のジョロウグモの実験では、抽出液を左、対照液を右に滴下したが、一部を除きエ - テル抽出液で誘引性を認めた（表 1 参照）。水抽出液は誘引性（ - ）だった。2004 年は 2 齢グモのエ - テル抽出液で再実験を行ったが、右に滴下したときは左寄り若しくはまん中にまどいを作り、誘引性（ - ）だった。ヘキサン、クロロホルム、アセトン抽出液も誘引性（ - ）だった。コガネグモ（幼体、まどい糸、出のう後の卵のう）の抽出液（エ - テル、ヘキサン、クロロホル

ム、アセトン、水抽出)はすべて誘引性(-)だった。

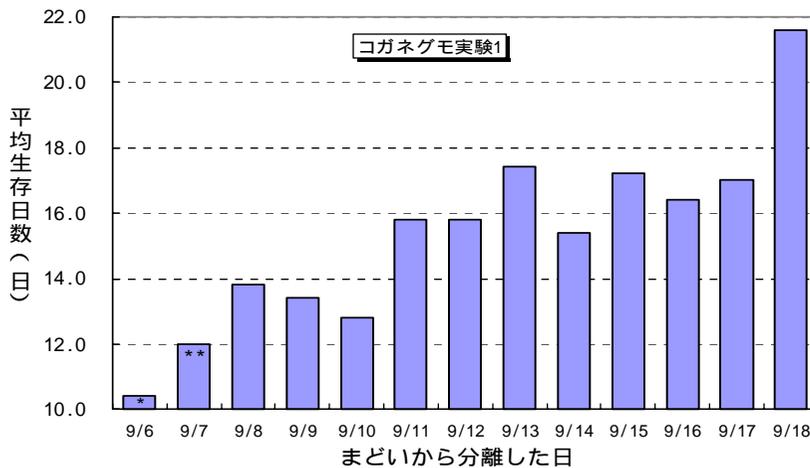
表 1 .

エ - テル抽出したクモ	飼育箱に入れたクモ	
	2 齢グモ	3 齢グモ
2 齢グモ	誘引性 (+)	誘引性 (+)
まどいの 3 齢グモ	誘引性 (+)	誘引性 (+)
まどいを解消した 3 齢グモ	誘引性 (-)	誘引性 (-)
まどい糸	誘引性 (+)	誘引性 (+) 一部 誘引性 (-)
夜, 分散している状態の 2 齢グモ	誘引性 (+)	実験せず
夜, 分散している状態の 3 齢グモ	誘引性 (+)	誘引性 (+) 一部 誘引性 (-)
2 齢グモ 暗くして実験	誘引性 (-)	誘引性 (+) 一部 誘引性 (-)
3 齢グモ 暗くして実験	実験せず	誘引性 (-)

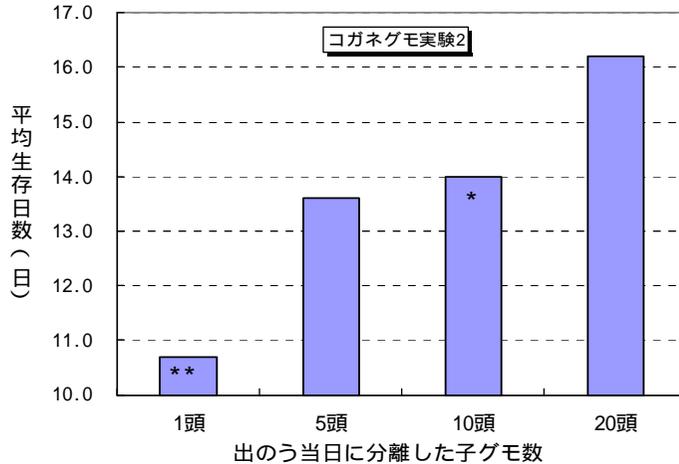
2 . まどいの意義を調べる実験

ジョロウグモでは脱皮の時期に注目した。実験 1 , 実験 2 とも元のまどいの幼体に比べ脱皮が遅れることはなかった。実験 1 では 1 ヶ月間観察したが、脱皮前に分離した幼体 (計 70 頭) の死亡率が 20% に対し、脱皮後に分離した幼体 (計 57 頭) の死亡率は 7.0% と低かった。

コガネグモはまどい中に脱皮をしないので生存日数のみを調べた。出のう後早期に分離すると (実験 1) , 分離する時期が同じであれば分離するクモ数が少ないほど (実験 2) , 平均生存日数は短くなった (グラフ) Mann-Whitney の U 検定を行うと実験 1 ではまどいの最終日 (9/18) に分離したクモに対し出のう当日 (9/6) ($p < 0.05$) , 2 日目 (9/7) ($p < 0.01$) に分離したクモは有意に生存日数が短く、実験 2 では 20 頭分離に対し 1 頭分離 ($p < 0.01$) , 10 頭分離 ($p < 0.05$) は有意に生存日数が短かった。



Mann-Whitney の U 検定で有意 * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$



Mann-Whitney の U 検定で有意 * : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

3. 幼体の形態・機能観察

まどいの時期のクモ、特に 2 齢グモは口器、牙の発達が不十分で感覚毛や保護毛も充分生えていなかった。独自に網を張って生活している 3 齢グモは牙の発達が明らかだった。2 齢グモではまどいの幼体の頭の向きが一定しないことは χ^2 検定で有意だった。3 齢グモになると網を張ることができたが、2 齢グモは糸を引いても網を張ることはできなかった。

考察

1. 幼体の誘引物質の存在

2003 年の実験結果はジョロウグモにおいて幼体の誘引物質の存在を示唆していたが、2004 年の再実験ではコガネグモ同様ジョロウグモにおいても、抽出液の誘引性は見られなかった。

ジョロウグモのまどい時期に、幼体が密集するのは昼間のみで夜間は分散する。昼間も糸の振動などで幼体が分散することもあるが、しばらくすると再び密集する。人工的に暗状態にすると密集していた幼体が分散することも確認しているので、幼体が光に反応しているのは明らかであった。2003 年の実験でも暗状態では幼体は抽出液に誘引されなかったが、この結果は誘引物質の存在を否定するものではなく、幼体の反応性が低下するためと考えていた。また日齢の進んだ 3 齢グモは光に誘引されることもあったが、2 齢グモでは抽出液の関与の方が大きく、環境要因（左右で 10 - 50 ルクス of 照度差があった）は無視できると判断していた。しかし 2004 年の 2 齢グモの実験の結果からは、光の存在が幼体の密集のみならず幼体を誘引する要因になっていると思われ、ジョロウグモでもコガネグモ同様、誘引物質の存在の可能性は低かった。

以前、屋外で密集していたまどいが分散した時の照度を調べた観察（観察数 24）では、2 - 538 ルクスと幅があった。今回の研究でもまどいを形成している幼体は機能的に未発達であることを確認したことから、果たしてジョロウグモの幼体、特に 2 齢グモが 10 - 50 ルクス of 照度差に反応したのだろうかという疑問も残る。仮にそれほど敏感に光に反応したとしても、右に抽出液を滴下した時に「明るい左側」ではなくまん中にまどいを作ったケ - スも複数回あったことは光以外の

要因の可能性も残している。

今回の実験方法は昆虫のフェロモン抽出法を参考にしたが、抽出に用いた溶媒や抽出方法に不備があった可能性もある。誘引物質の可能性を完全に否定するためには実験方法を再検討し、照度や他の条件を厳密に設定して再実験を行う必要がある。また糸の振動に幼体が反応するのも明らかなので、まどいの機序として誘引物質、光以外の要因も検討する必要がある。

2. まどいの意義

ジョロウグモでは脱皮前に分離した幼体の死亡率が脱皮後分離した幼体の死亡率より高くなったが、コガネグモでは出のう直後のまどいが幼体の寿命にとって有効であることがU検定で証明できた。これまで考えられていた「独自に生活できないから」という消極的な理由ではなく、集団でいない不利益があるという積極的な意味が明らかになった。

実験に用いたコガネグモの元のまどいではまどいの期間は13日間だった。1997 - 2001年のコガネグモの観察（観察数49）ではまどいの期間は4 - 24日間、平均11.7日間だった。今回のU検定では3日目以降の分離は生存日数に有意差はなかったが、野外で観察したまどいの期間は最短でも4日間だったこと、実験1で出のう後4、5日目に分離した幼体は3日目の分離幼体より平均生存日数が短くなっていることから、出のう3日目で独立生活が可能になると考えるのは無理がある。更に研究を重ねる必要がある。

まどいから分離すると寿命が短くなった原因は不明である。密集しているジョロウグモでは適切な温度や湿度が保たれることを予想したが、実証することはできなかった。気温の下がる夜に分散することは保温の必要性を否定する根拠になった。ただコガネグモはジョロウグモと異なり8 - 9月間は昼間も幼体が密集せず、10月になって気温が下がると密集した。室内実験でも分散していた幼体が温度を下げると密集したので、保温のため密集している可能性も否定できない。湿度を上げても幼体の行動は変化しなかったため、保温のためとは考えにくかった。

まどいから分離すると寿命が短くなった要因として、まどいの幼体が未発達であることがあげられる。「まどいの幼体は独立生活できない」ことはこれまでも指摘されている。今回もまどいの幼体は形態的にも機能的にも未発達で、特に2齢グモで顕著だった。しかしこれはジョロウグモの観察なので、そのままコガネグモに当てはめることはできない。まどいの期間はコガネグモ平均11.7日に対しジョロウグモ平均11.1日（観察数302）と近似しているが、コガネグモはジョロウグモと違い1)2齢でまどいを解消する、2)2次まどいを作らない、3)通常は昼も幼体の密集はみられず明暗に反応しない、など異なる点もある。まどいの機序や意義は同一ではないことも考えられ、個々のクモで検討が必要である。

. 結論

まどいの機序として誘引物質を仮定したが、存在の可能性は低かった。まどいを作る意義としては、コガネグモにおいて出のう直後のまどいが幼体の寿命にとって有効だった。

．謝辞

池田博明先生（神奈川県立西湘高等学校教諭）には全く面識がないにも関わらず，百通を超える電子メールのやりとりを通して研究内容の全般にわたりご指導，ご助言いただいた．西川喜朗先生（追手門学院大学教授）の研究室に伺って幼体の形態についてご指導いただいた．品田哲郎先生（大阪市立大学大学院理学研究科講師）にはフェロモンについて教えていただいた．森中敏行先生（大阪教育大学附属高等学校）には生物を教えていただいている．ご指導，ご助言いただいた諸先生には，深く感謝している．

参考文献

- 太田次郎・丸山工作編 高等学校 生物 B．312p．啓林館，大阪．
- 吉倉 真 1987．クモの生物学．613p．学会出版センター，東京．
- Eberhard, W. G. 1977. Aggressive chemical mimicry by a bolas spider. *Science*, 198:1173-1175.
- Stow, M. K., Tumlinson, J. H. & Heath, R. R. 1987. Chemical mimicry: Bolas spiders emit components of moth prey species sex pheromones. *Science*, 236:964-967.
- 池田博明編．2003．SPIDER DATA. Hypertext version. <http://homepage3.nifty.com/%7Ehispider/>
- 湯嶋 健 1982．昆虫のフェロモン．166p．東京大学出版会，東京．
- William C. Agosta 1995. フェロモンの謎．163p．東京化学同人，東京．
- 高橋正三 1982．昆虫の生理活性検定法．209p．培風館，東京．
- 千国安之輔 1989．写真日本クモ類大図鑑．306p．偕成社，東京．
- 藤崎憲治 2001．カメムシはなぜ群れる？ 257p．京都大学学術出版会，京都．