

+++++  
東京クモゼミ報告 第221号 加藤家 2013年7月6日

+++++  
参加者 安藤昭久・新井浩司・池田博明・加藤輝代子・加藤むつみ・輿石紗葉子・新海明・須黒達巳・  
谷川明男・馬場友希・宮下直

+++++  
池田博明, 2013. 森林内のクサグモの消失. 池田報告. 神奈川県真鶴町のお林で毎月一度の調査を始めたが、5月下旬に低木層にたくさん見られたクサグモ・コクサグモ(幼体)の網が6月下旬には消失していた。オープン・ランドの駐車場の草本層には残存している。照葉樹林内にはクサグモ類に不適当な環境要因があると思われる。天敵だろうか。

+++++  
ブルネッタ&クレイグ, 2010. クモはなぜ糸をつくるのか. 丸善出版. 三井恵津子訳・宮下直監修で2003年6月に出版された訳本。原著『Spider Silk』はクモゼミ2010年9月で前半を紹介している。第198から引用すると、“Craigには既に編著書『Spiderwebs and Silk』があり、学術専門書だった前著をクモの糸から見たクモの進化という観点で一般向けに書いたのが本書である。Brunettaはニューヨーク・タイムズなどに寄稿しているフリーランスの科学系ライター。各章の冒頭に映画の話題を持ってきたり(例えば『007 ドクター・ノオ』に出てくるタランチュラとか)と一般読者が親しみやすい工夫が見られる。化石に残るクモの祖先は最初は糸を出さなかった。「生きている化石」ハラフシグモは既に3種類の糸線を持っている。地中性のトタテグモは真正クモ類とは異なる特徴(書肺2対、顎が上下に動く)を持っているが、興味深いミッシング・リンクはエボシグモである。真正クモ類なのに書肺は2対あり、顎はV字型に開く。網型はクモの周囲に壁のように網を立てるランプ・シェード型である(日本では烏帽子型。この仲間は日本にはいない)。エボシグモは一枚の篩板をもつ。他にもカヤシマグモなどの旧篩板類が地中性クモの次に進化した。

酸素濃度の低下に伴って大絶滅があったが、クモはその直前に増殖した昆虫を捕獲する機能を発達させて適応放散した。徘徊性のクモや多様な環境に広がり、激しい種分化をした。アメリカジョロウグモの大瓶状腺の糸タンパク質スピドロイン1のアミノ酸配列にはある繰り返し構造がみられる。その単位の中にポリアラニンがあり、GGXというモチーフもある(糸を丈夫にしている)。これら炭化水素を側鎖にもつアミノ酸(グリシンやアラニン、ロイシンなど)を多く含むタンパク質はベータ・シート構造をとる。遺伝子DNAのトリプレットが複製エラーや染色体の乗り換え、重複などにより変化してアミノ酸が置換し、進化が起こる。トタテグモのスピドロインの繰り返し配列の長さはジョロウグモのそれの十倍もあった。

円網に近い網として次に新篩板類(ウズグモ、オウギグモ、マネキグモなど)の網が進化し、さらに正常円網が、そしてヒメグモのリダクションした不規則網やカラカラグモなどの特殊化した網が登場する。(正常円網が発展する前の章までを紹介した)。以下は今回紹介の後半。

円網はただ一回で進化した。決め手は2006年に鞭状腺の遺伝子がメダマグモ上科で見つかったことだ。大瓶状腺系の遺伝子も発見した。糸線と機能の進化(訳書p.135)を概観すると、最初はブドウ状腺(精網・卵囊・包む)、梨状腺(付着盤)、管状腺(卵囊)、大瓶状腺(しおり糸など)、小瓶状腺、擬鞭状腺と鞭状腺の祖先、集合腺と続く。水平円網から垂直円網への革新は鞭状腺と共に進んだ。少なくとも1

億 3 千 6 百万年前にコガネグモ上科とメダマグモ上科は共通の祖先から分岐した。化石と遺伝学的証拠によると、それより数百万年前かもしれない。(速く飛ぶ) 昆虫もまたジュラ紀に劇的に進化した。

最初の大瓶状腺タンパク MaSp1 の進化でクモは空中の世界を征服できた(第 5 章)。円網を張るクモの大瓶状腺の第二の系タンパク MaSp2 と擬鞭状腺系の進化でメダマグモ上科の水平円網に大きな伸展性が与えられた。

その後、小さな遺伝的变化が擬鞭状腺系に起る。コガネグモ上科は飛ぶのが早い昆虫の力に合わせられるようになった。鞭状腺のタンパク質構造の変化で網は特大の伸展性を持ち半透明の糸(見えにくい)を獲得した。集合腺のタンパク質の出現は粘球を作り粘着性を高めた。集合腺はブドウ状腺と共通の由来をもつものかもしれない。また、コガネグモ上科は発生の停止したメダマグモ上科と考察可能かもしれない。

生物学上で「エボデボ」と呼ばれる新しい革命が起こった。ゲノムやツールキット遺伝子の役割が分かかってきたし、付属肢の起源と進化も明らかになった。糸腺も付属肢から進化した器官である。

昆虫は画像の運動速度の比較で距離を判定する。近くで動く物体は遠くの物体の反射光より単眼を速く横切る。垂直円網以前のクモの網は紫外線を強く反射したが、クモ自体が夜行性なので、昆虫にとって網が区別できても、それほど不利益がなかった。飛翔昆虫にとっては紫外線は重要な航行信号となる。昆虫は紫外線の斑点に向かって進もうとする。この特性は水平円網を作るクモにとっては有利だった。鞭状腺(伸縮性は増した)と集合腺(粘着性は増した)。タンパクは紫外線をあまり反射しない。

飛翔昆虫を騙す戦略: 糸と背景の見え方の違いを減らす 昆虫はコントラストが変わる網の全体を把握できない。粘球の輝きに昆虫はいったんは誘引されるが、粘球を洗い去った網に飛び込んだ蜜蜂は完全な網に飛び込んだ蜜蜂よりも多かった。昆虫は青紫や緑色の網を避けるように学習するが、黄色・青色・白色の網は避ける学習をしない。おそらく花の色と関係している。

自然界は複雑で難解だ。自然選択の過程には目的がないのである。わずかに異なる方法でわずかに異なる場所に住む、多くのよく似た種が生み出される。

まだわかっていないことも多い。絹糸腺の起源、ハラフシグモの糸遺伝子、トタテグモの糸との違い、大瓶状腺のしおり糸と篩板系のどちらが先か、網の装飾の起源、昆虫の視覚の影響、遺伝子とタンパク質合成の俟約等である。

+++++

I- Min Tso, 2012. Insect view of orb spider body colorations IN Spider Ecophysiology. 池田報告。昼行性のクモが目立つ色彩を持つ理由は何だろうか。考えられる仮説は(1) 餌に対する誘引効果で捕食成功を高める、(2) カモフラージュ仮説(背景の植生との関係でクモを隠す)の二つである。クモの反射が背景の植生の反射に等しいため、クモは虫に気づかれにくい。昼行性クモの色彩がカモフラージュなのか、餌の誘引なのか、他の生物にどの程度見えるのかは重要である

昼行性昆虫からどう見えるか色彩の目立ち方を定量化するに当たって、昆虫の複眼は比較的波長の短い光を吸収する(例えばミツバチは紫外線領域、青光、緑光を感ずる)を考慮し、定式化する。色対照値(color contrast value)が識別刺激 0.05 より大きいと、蜂は背景から対象物を色で見分けることができる(Thery & Casas 2002)。オオジョロウグモ・ナガマルコガネグモ・オオシロカネグモのそれぞれの斑紋の色対照値を示してみると、腹面のスポットがかなり目立つことがわかった。ミツバチのような多くの昆虫は生得的に対称的で分裂的な(symmetric and disruptive)パターンを好む(Rodriguez & Gumbert

2004)。数件の研究が証拠として示すことは、円網種の色信号を変えると、昆虫捕獲率が減少することで (Craig & Ebert 1994; Hauber 2002)。この結果は餌誘引仮説を支持する。しかし、色信号を変えることはカモフラージュ機能を破壊することになってしまうためクモが背景から目立つことになり、昆虫捕獲率が低下するとも考えられる。

Tso et al. (2006)はオオシロカネグモのいない円網といる円網を比べて、クモがいる円網のほうが2倍の昆虫をインターセプトすることを示した。この結果はカモフラージュ仮説には合致しない。カモフラージュ仮説が正しければクモの有無に関わらず餌のインターセプト率は等しいはずだ。色コントラストを高めるような色つけをすると対照群よりずっと昆虫は減った

クモと昆虫の視覚的相互作用における正反対の選択圧が、体の輪郭線を壊す低いコントラストの色彩と餌をひきつける高いコントラストの色彩をもたらしたのだろう。捕食成功率を上げるとともに天敵に襲われるコストを下げる折衷案の反映が円網種の派手な色彩である。

Fan et al.(2009)はオオジョロウグモのダミーを用いて捕食の利益とコストを調べた。自然条件ではクモの色彩は餌を lure するに十分であった。一様に黄色くしたダミーは有意にオオジョロウ本体に似せたダミーよりも餌を誘引した。しかし、一様に黄色いダミーは天敵のハチも多く誘引した。円網種の現在の色彩は benefit と cost の結果である。

夜行性のクモであっても派手な色彩をもつ場合がある。それはなぜだろうか。これまで動物間の色シグナルを考察する場合に、ほとんど研究の焦点は昼行性のシステムに置かれてきた。その理由は昼の光が夜に比べて強いことであり、夜間のかすかな光は大変ノイズの多いシグナルであるからだ。多くのクモは夜行性であり色彩は暗色、灰色、茶色で昼は派手さはない。しかし、腹面に2~4個の点をもつ種類が *Araneus* や *Neoscona* に多いが、いったいこれは何だろうか？ 夜でも網の中心で腹面を曝しているのだ。

調べてみると、昼行性とされていた、ジョロウグモ *Nephila* やシロカネグモ *Leucauge* も、夜間に狩りをしていて。夜でもこれらの点斑は効果があるのだろうか。夜行性の昆虫の場合であっても、夜行性と思われるクモの点斑を塗りつぶすと網にかかる餌が減った。*Leucauge* の腹面の黄色いスジをぬりつぶすと捕獲される蛾が減った。腹面の点斑は大きすぎると目立ってしまい、ハチに襲われやすくなる。

多くの夜行性昆虫は色信号を識別できるし、食物資源を探查可能な特別な目を持っている。夜行性昆虫の超複眼は数百のオンマティディアで受け取った光信号を合わせている。弱い光を増感しているのだ。蛾のような夜行性昆虫はUV、青光、緑光を識別している。昼行性昆虫と同じであることが分かっている。しかし、蛾は夜でも色を識別できるが、昼行性昆虫は薄明条件では色盲である。したがって、私たちは昼行性昆虫での方法は使えなかった。

問題の解決には Johnson et al.(2006)に依った。彼らはスズメガの視覚システムを基にして神経行動学的モデルを作った。夜行性の円網種は昼間は樹皮下や植物の下に隠れている。目立たない色彩は天敵に見つかりにくく好都合である。花卉の光反射と等しい種類もあり、蛾は花と区別なく訪れている場合もある。夜行性円網種は夜行性昆虫が夜に開花する花の色シグナルに似せて、おとりを示すことに用いているように色覚を利用するように思われる。

前節において、よく目立つ円網種は昼行性のハチ類にも見えるし、クモの体の暗色や緑色部分は昆虫にはよく見えるにも拘らず、背景の植生とは区別しにくい色であった。これらのことは薄明時にも夜行性昆虫に起こる。

夜行性の蛾からは、オオジョロウグモのような色の目立つ円網種は薄明環境でもよく見えるし、暗色部より派手な部分がよく見える。オオジョロウグモの目立つ黄色の体色は夜行性では無色だが、鱗翅類幼虫によって背景の植生に対する見え方では、体色の黒い部分よりもよく見える。高低のコントラストはクモの外観を天敵というよりもなにか資源のようなものにしてしまう。多くの送粉昆虫は生来、対称形や破壊的なパターンを好む。さらに、花卉ガイド、ハリなしバチの巣の入口、昆虫用のピッチャー（水差し。ウツボカズラの筒など）といったものはすべて、放射状のスジをもち、周辺に点斑があり、中心が黒い。オオジョロウグモの体色の配置は昆虫にとって蜜源に見えるのだ。

Chaung et al.(2008)は、網にいるクモは目立つ腹部腹面をさらしていることから夜行性餌を誘引していると評価した。野外では、コゲチャオニグモでは、網にクモがいるときのほうが有意に餌がかかっていた。腹部腹面の点斑を塗りつぶすと有意にかかる虫が減った。

Blamires et al.(2001)はビデオカメラを使って、コゲチャオニグモのダミーの点が餌のルアになっていることを示した。2012年の結果もダミーの点の有効性を示した。一方、オオシロカネグモは昼行性捕食者とみなされてきたが、夜にも活発に狩りをしていた（昼の2~3倍の活動）。Tso et al. (2007)はこの色彩が夜行性昆虫のルアになっていることを示した。腹面の黄色を塗りつぶすと蛾のかかりかたが減った。ビデオカメラを使った実験でも夜の活動で餌を活発に採っていることが分かった。同じ結果はオオジョロウグモでも得られた。餌のかかり具合は昼よりも夜のほうが多かった。昼の間に狩られた鱗翅類は捕食された餌の10%にも満たなかったが、夜間の餌の33%~60%は鱗翅類だった。網にかかった夜の餌のサイズは昼の餌よりも有意に大きかった。これらの研究結果が示すことは、大形の鱗翅類昆虫が夜間に狩猟する色彩ある円網種の主要な標的であると思われるということである。

夜行性昆虫は超位の眼を持ち、感度は甚だよい。コゲチャオニグモの点は小さいが、超位の眼にはそれが分かる。もっともこの点は捕食圧力にもなる。昼間には寄生性の天敵に狙われやすくなる。したがってこれらのクモは樹皮上にいて点を目立たなくしている。腹部の点斑が大きすぎると隠しにくくなり、捕食者に狙われやすくなるのだろう。

ダミーを使った実験から、点のサイズを考察すると、現在の点のサイズは prey attraction と predator avoidance のバランスの結果である。一對の点は昆虫にとっては蜜標に見え、ルアー（おとり）である。

+++++

谷川明男, 2013. 隠岐の島にイソコモリグモはいない。谷川報告。佐渡ヶ島にイソコモリグモは生息していた。では隠岐の島はどうだろうか。6月に島の全砂浜を調査したが発見できなかった。

+++++

谷川明男, 2013. 新種を ZOO BANK に登録する方法。谷川報告。電子ジャーナルにするための条件に新種の ZOO BANK への登録がある。その方法を示した。

+++++

安藤昭久, 2013. マミジロハエトリの外雌器変異。安藤報告。外雌器の交尾孔の様子の違うマミジロハエトリのメスを発見。

+++++

安藤昭久, 2013. クロチャケムリグモの卵嚢作成。安藤報告。ヤマトフトバワシグモやムナキワシグモにおいては、口でこねた泥を卵嚢に塗りつけた。エビチャヨリメケムリグモは泥でカモフラージュし

た後で糸で覆う。クロチャケムリグモは泥付けのあとで更に複雑な行動を見せた。Step 1 が産褥作成、Step2 が産卵、Step3 糸で厚く覆う、Step 4 泥付け、Step5 花弁様のふちを付ける、Step6 花弁のほうから薄く糸をかける、Step7 落ち葉屑などを付ける。産卵に要した時間は 7 月 9 日の 17 : 30 から 6 時間。

+++++

須黒達巳, 2013 . 超マミジロ現る。6 月 23 日小田原市いこいの森で採集時にマミジロハエトリのオスなのに、白い毛が多い個体を発見した。

+++++

宮下直, 2013 . クモのデータベースを学会で。宮下報告。ある種のクモの生息点を緯度経度できちんと記録し、環境情報と総合することによって、その種の生息条件や将来予測も可能になる。Maxtent ( Maximum entropy ) という手法を使う。

+++++

輿石紗葉子, 2013 . クモいろいろ。輿石報告。( 1 ) 小国町白川ダムのハシリグモ、( 2 ) キシベコモリグモの卵囊から出た寄生蜂、( 3 ) 上日川ダム ( 山梨県 ) で採集したハリゲの一種、( 4 ) 河原で採集したフクログモ。

[コメント]ハシリグモはスジアカハシリグモ ( 谷川 ) 。寄生蜂は Trychosis 属の一種、ハリゲは形態および求愛行動からハタハリゲだった。フクログモは雌だった。ミギワフクログモだろうか ( 輿石 )

+++++

馬場友希, 2013 . 台湾で開催された国際クモ学会の様子。馬場報告。写真を中心に紹介。

+++++