

Garb, J.E., T.DiMauro, V.Vo and C.Y.Hayashi, 2006. Silk genes support the single origin of orb wbs. Science, 312:1762. 訳・池田博明 2012年3月3日 クモゼミ

糸の遺伝子は円網の単一起源を支持する ジェシカ・ガープほか(カリフォルニア大学)

クモの円網は動物の建築物の感動的な例である。この糸製のネットは枠糸と粘性のある捕獲糸[横糸]を張った放射性の糸[縦糸]から構成されている。円網は飛翔する餌の運動エネルギーの大きな衝撃を吸収しなければならず、網を作る糸は例外的な機械的特性を備えている(1)。円網作りには二つの流れがある。コガネグモ上科 Araneoidea とメダマグモ上科 Deinopoidea である。コガネグモ上科とメダマグモ上科の円網蜘蛛は行動順がほとんど一致するし、構造的に同様の網を生産する糸装置も等しい。しかし、粘着機構がまったく異なる。コガネグモ上科は親水性のノリの捕獲らせん糸なのに、メダマグモ上科は乾燥した繊維なのだ(2)。そこで、円網のふたつのタイプは収斂進化の劇的な例であると考えられてきた(3)。

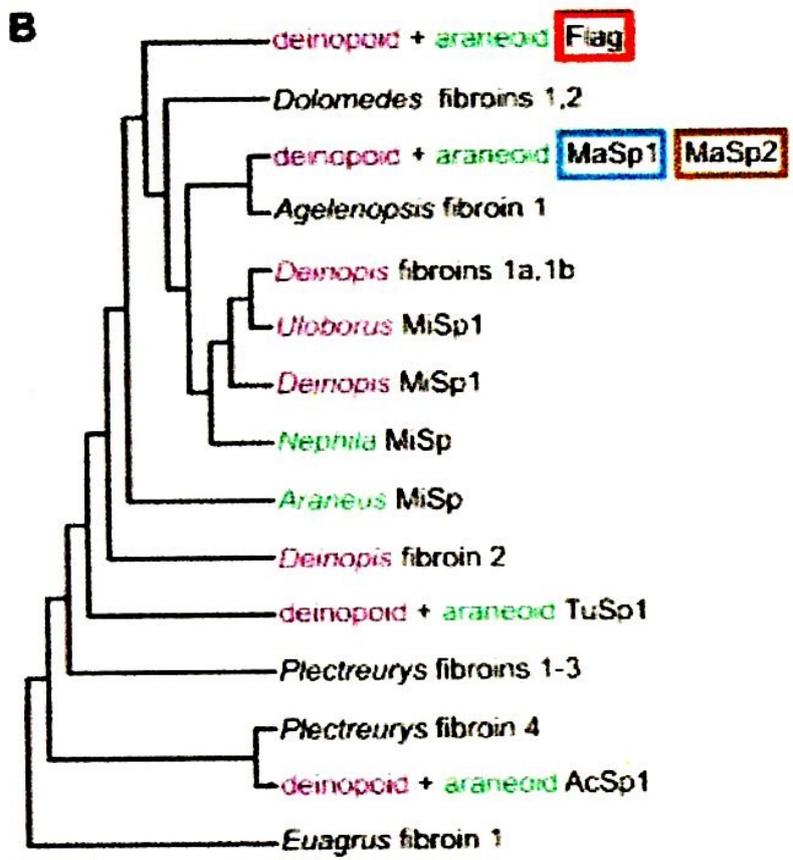
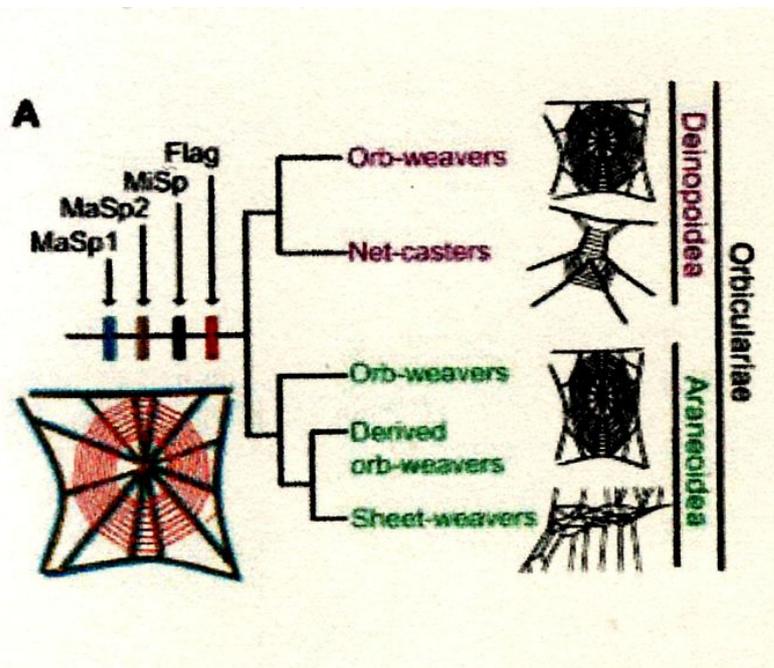
クモの糸はタンパク質が成分である。スピドロインは腹部の特殊な腺で合成される。円網に使われる糸を生産する3種の腺がある。(i)大瓶状腺は枠糸と縦糸、(ii)小瓶状腺は足場糸(temporary spiral scaffolding)、(iii)鞭状腺は横糸を作る(4)。

コガネグモ上科の糸の cDNA は知られていたが、メダマグモ上科は知られていなかった。もしコガネグモ上科とメダマグモ上科が姉妹群ならば、両者は共通の円網祖先から進化したというもっとも簡単な説明になる(2)。メダマグモは円網作りに使われているコガネグモの糸タンパク質の別の道であることが期待された。この仮説を検証するために、私たちはメダマグモ上科のふたつの科の糸腺の cDNA を調査した。メダマグモの一種 *Deinopis spinosa* とウズグモの一種 *Uloborus diversus* である。

メダマグモ上科の cDNA からは、円網に使われているコガネグモ上科の糸のオルソログ[比較可能な相同領域]が同定された。(i) MaSp1 と MaSp2、これは枠糸と縦糸の大瓶状腺タンパク質である、(ii) MiSp、これは足場糸を作る小瓶状腺タンパク質である。(iii) Flag、これは横糸を作る鞭状腺のタンパク質である(4)(fig.S1)。クモの進化に伴って起こった糸腺と糸のタイプの多様化を考察するならば(6)、特定のスピドロインの分布は特別なクレードを独自に定義する可能性がある。スピドロインは6種の非円網種から報告されていた(4)が、MaSp と Flag はもっぱらコガネグモだけから知られていて、MaSp1 様のスピドロインをエンコードする大瓶状腺の cDNA は非円網種からは知られていないのであった。小瓶状腺と大瓶状腺の糸糸は非円網種にも広く分布しており、コガネグモとメダマグモによる MiSp と MaSp1 の使用は相似と解釈される。しかし、コガネグモとメダマグモは MaSp2 の使い方によって一体化される。さらにコガネグモとメダマグモは鞭状腺様の糸糸をもち、その糸糸から捕獲用らせん糸を作る唯一のクモである(2)。メダマグモの Flag と MaSp2 の発見は結局、両者のスピドロインが分子的な共有派生形質であり、円網蜘蛛の単系統性を支持するものと同定される。

スピドロインの C 末端部の系統分析は円網に使われたコガネグモとメダマグモのスピドロインが近い関係にあることを実証する(Fig.1B)。分析は MiSp 様配列のグルーピングを回復させはしなかったが、系統樹は次のクレードを含んでいた。(i)メダマグモとコガネグモの Flag、(ii)メダマグモとコガネグモの MaSp1 と MaSp2、(iii)メダマグモとコガネグモの AcSp1(餌捕獲用の糸タンパク質)、(iv)メダマグモとコガネグモの TuSp(卵のう用糸タンパク質)。コガネグモとメダマグモでの Flag、MiSp、MaSp1、MaSp2 を合わせてみて言えることは、円網蜘蛛の祖先が円網作りに必要な分子的な要素としてこれらを採用し

たということである。化石の証拠によれば、この祖先が出現するのは白亜紀下層で、1億3千6百万年前である(7)。それゆえ、Flag, MiSp, MaSp1, MaSp2の誕生はこのときに起こったにちがいない。この大昔の起源以降、糸は円網蜘蛛の適応放散で多様化した。このような大幅なデザインの拡張は高度にパフォーマンスなバイオ・ミメティックな素材を生産するのに好適である。



References and Notes

1. F. Vollrath, D. P. Knight, *Nature* **410**, 541 (2001).
2. C. E. Griswold, J. A. Coddington, G. Hormiga, N. Scharff, *Zool. J. Linn. Soc.* **123**, 1 (1998).
3. W. A. Shear, Ed., *Spiders: Webs, Behavior, and Evolution*. (Stanford Univ. Press, Stanford, CA, 1986).
4. J. Gatesy, C. Hayashi, D. Motriuk, J. Woods, R. Lewis, *Science* **291**, 2603 (2001).
5. Materials and methods are available as supporting material on *Science Online*.
6. N. Platnick, J. Coddington, R. Forster, C. Griswold, *Am. Mus. Novit.* **3016**, 1 (1991).
7. P. A. Selden, *Nature* **340**, 711 (1989).
8. N. Nguyen, P. Paquin, and M. Stowe provided assistance. N. Ayoub, T. Blackledge, J. Gatesy, M. McGowen, D. Reznick, and A. Suarez commented on drafts. Work was supported by NSF grant no. DEB-0236020 and by the Army Research Office grant no. DAAD19-02-1-0358. Sequences were deposited in GenBank with accession codes DQ399323 to DQ399335.

Supporting Online Material

www.sciencemag.org/cgi/content/full/312/5781/1762/DC1

Materials and Methods

Figs. S1 and S2

References

27 March 2006; accepted 28 April 2006

10.1126/science.1127946