

# Males from Mars

## やっぱり「男は火星人」?

David Queller



ある種のアリ、というかこの場合は2種のアリというべきなのかもしれないが、とにかくこのアリでは雌は雌だけから、雄は雄だけからつくられる。この驚異的な事実を説明するには、ほかとは明らかにちがう自然選択のパターンを考えねばならない。

Nature 435 (1167-1168)/30 June 2005

「男と女は、ときとしてまったく別の生物種のような」というのが、大衆受けする心理学者や恋愛問題の教祖たちの決まり文句である。なかには「男は火星から、女は金星からやってきた」(ジョン・グレイ著の米国ベストセラー本の題名でもある。邦題は『ベスト・パートナーになるために』)とまでいう者もある。だが実際には、ヒトの男女のちがいはむしろ小さいほうだ。火星や金星から地球にやってきたばかりの博物学者でも、ヒトの男とチンパンジーの雌やゴリラの雌を対にしないで、迷わずヒトの男女をいっしょに標本ケースに入れることだろう。地球上には、本物の人間の博物研究者の目をごまかしてしまうほど雌雄の差が大きい生物種が現実に存在している。しかし集団遺伝学者の目はごまかせない。雄と雌は子をつくる際にそれぞれの遺伝子を混ぜ合わせるため、雌雄の遺伝子はよく混ざり合った共通の遺伝子プールを形成するからだ。こうした常識を打ち破る例外を、*Nature*2005年6月30日号でFournierたちが報告している<sup>1</sup>。雌雄それぞれがクローンとして生まれ、まるで別種のように枝分かれして、進化の道を歩んでいるというのだ。

この驚きの生物は、コカミアリ(*Wasmannia auropunctata*)というけっこう名の知れたアリの仲間である。この昆虫は熱帯環境にすむ侵略的害虫の1つで、世界外来侵入種ワースト100のリストにも入っている<sup>2</sup>。その祖先種では、半倍数性である他の社会性昆虫と同様に、雌雄どちらでもない「型」が現在生息するもののほかに2種類あったはずで、この2つがいっしょに今回の話のお膳立てをしたことになる。半倍数性の生物種は未受精卵から無性的に雄をつくりだ

す(図1a)ため、雄は一倍体(半数体)となって各遺伝子を1コピーずつしかもたない。受精卵は、各遺伝子を2コピーずつもつ二倍体の雌となる(図1b)。社会性の半倍数性生物では普通、生育環境のちがいで雌が2つのカースト(社会的階級)のどちらかへ分化する(図2)。雌アリは交配して繁殖する女王になる(図1c)が、ワーカーつまり働きアリ(図1d)は雌雄どちらともいえず、生殖能力ももたない。働きアリが自分の遺伝子を後代に残すには、自分のすむコロニー内で血のつながった個体の養育を助けるしかない。こういったしくみを「血縁選択」という。

コカミアリの場合、遺伝的マーカーからみると、1つのコロニーで生まれた新しい雌アリ(将来の女王)とそれを産んだ女王アリとがまったく同じである(図1e)。ところが、働きアリはずっと有性生殖で生まれ続ける。この戦略はすでに別のアリでも報告されており、女王アリはこの戦略をとることで、自分の遺伝子のコピーを次世代により多く受け渡すことができ、一方で、自身の抱える働きアリの戦力には遺伝的多様性を確保できるのだろう<sup>3</sup>。この戦略だと、雄は進化の舞台から役を降ろされてしまう。生殖能力のない働きアリの父親にしかねないからだ。だが、コカミアリの雄はクローンとしてほかの雄をつくりだすことで反撃に出た。Fournierたち<sup>1</sup>が女王の精子貯蔵器官にある精子の遺伝子型を調べたところ、それらの精子の遺伝子型が生まれてきた雄の遺伝子型とぴったり合うことがわかったのだ。そこでFournierたちは、これはおそらく、受精後に母方ゲノムを父方ゲノムが排除して、二倍体の子を一倍体に変えてしまい、これが雄アリとして発生するためだと考えた(図1f)。コカミア

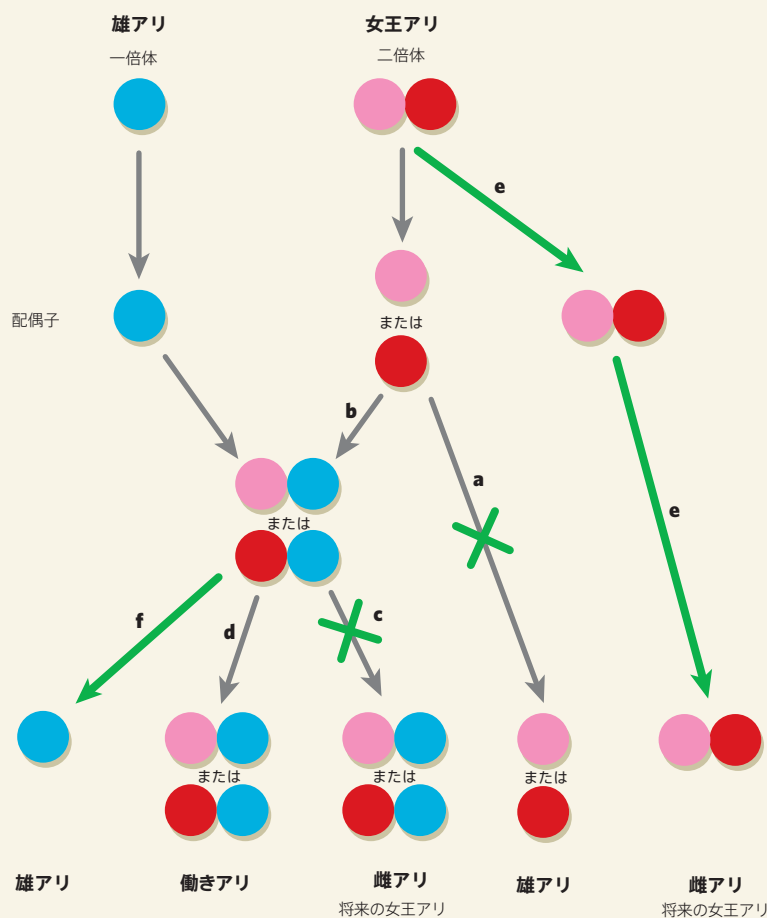


図1 コカミアリの生殖

通常のアリは灰色の矢印で示す方式で生殖する。それぞれの丸は1つの遺伝子を表す(雄は青色、雌は赤色かピンク色)。a: 雄は未受精卵から生じ、したがって各遺伝子を1コピーもつ。b: 雌は受精卵から生じ、受精卵は生殖能力のある雌アリ(c)か生殖能力のない働きアリ(d)のどちらかに発生できる。一方、Fournierたち<sup>1</sup>の結論によると、コカミアリは2つの方式をなくして(緑色の×印)、クローン生殖の方式を2つ加えた(緑色の矢印)のだという。e: 雌アリは遺伝的に女王アリと同一だが、雄(f)はおそらく母方ゲノムを排除することによって、ほかの雄から効率よく作りだされる。従来から残る唯一の方式は、有性生殖による生殖能力のない働きアリの産生である。

りの雌にとっては、雄は十分に「火星からやってきた」ような存在なのだ。

この結果、雌の系統と雄の系統は別々に分かれていき、双方の遺伝子群は働きアリでいっしょになるものの、互いの遺伝子を交換することはけっしてない。これと一致するように、コカミアリの雌雄の遺伝子系統樹は分かれて別々の枝になる。両者の関係をつなぎとめているものは、遺伝子の交換ではなく、雄による雌への一方的な寄生利用と働きアリの相利共生的な産生である。

この奇想天外な分離現象がコロニー進化の法則をどうか書きかえることになるのか、それを考えると興味は尽きない。働きアリは通常、自分の養育する雌アリや雄アリとの予想上の血縁度をもとに、血縁選択を介

して進化していく<sup>4,5</sup>。コカミアリでは、働きアリの母方由来の遺伝子(matrigene、母方遺伝子とよぼう。図1で赤色またはピンク色)は、雌アリとつながりがあるが雄とはない。逆に、働きアリの父方由来の遺伝子(patrigene、父方遺伝子。図1で青色)は雄とつながりがあるが雌とはない。普通、こうした非対称性は血縁選択でならされて平均化される。なぜなら、働きアリの遺伝子は自身が母方遺伝子であるとも父方遺伝子であるとも告げることができないからだ(例外として、ゲノム刷り込みを受けた遺伝子の可能性はある。これは親が標識をつけるしくみで、たとえば目印としてメチル基を遺伝子につける<sup>6,7</sup>)。

しかし、コカミアリでは母方遺伝子がずっと母方遺伝子のままであるため、これらの遺伝子にはつねに、



CHRISTIAN KÖNIG

図2 雌のカースト

コカミアリの2匹の女王アリと、血縁個体の世話をする働きアリ。女王アリと雄アリはクローンとして生まれ、生殖能力のない働きアリは有性生殖によって生まれる。

つながりのない雄を犠牲にして、雌にとって有利に選ぶような選択が働くはずである。同じように父方遺伝子も父方遺伝子のままであり、これらの遺伝子にかかる選択は、つながりのない雌よりもつながりのある雄に有利な方向に働くはずである。この結果、働きアリのゲノム内では熾烈な闘いが起こっている可能性がある。雌が自分のコロニー内の雄としか交配できない場合には、こうした闘いが低減されるかもしれない。1つのコロニー内の雄に何かあれば雌もただでは済まず、その逆もまた然りだからだ。

2つの従来型の生殖様式が閉鎖されてしまった理由も、不可思議な自然選択パターンから説明できるかもしれない。第一に、なぜ女王アリは通常の経路で雄を産むことをやめてしまったのだろうか(図1a)。現行のシステムでは、女王に雄を産ませるような方向に働く選択は存在しない。女王は雄を産んでも自身の(雌の)遺伝子プールに何の利益も得られない。自分の遺伝子を別の種に投入するようなものだからだ。推察するに、雌と雄の遺伝子プールが一部だけ分かれたときに、力は弱いものの同様の原理が働いたのではないだろうか。雄の遺伝子プールへ遺伝子を送り込むことの価値が低くなれば、そんなことをする雌を排除するような選択が働くだろう。

有性生殖で生まれた雌が女王アリになる道筋を閉鎖してしまったわけは、前述の2つの意見を組み合わせ

ることで理解できそうである。まず、性生殖で生まれた雌が生殖能力を保った場合、父方遺伝子と母方遺伝子を分けて考える必要がある。働きアリの母方遺伝子は、その遺伝子のコピーを1つだけでも雌アリに置き換わっても利得を得られない。働きアリの父方遺伝子は一見すると利得を得られるが、あくまで雌の遺伝子プールの中だけである。繰り返すが、これでは自分の遺伝子を別の種に投入するようなものだ。

今後の研究で、雄と雌がけっして遺伝子を交換せず、完全にちがう進化の道りを歩んでいることが証明された暁には、このアリの雌雄を実際に別種として分類すべきだろう。もし雌のほうを *Wasmannia auropunctata* のままにするなら、他の惑星からやってきたといえるほど奇妙な、この初の「雄だけの種」には、新たな学名が必要だろう。火星(Mars)にちなみ、*Wasmannia mar* なんていいのではないだろうか。■

ライス大学(米)、David Queller

1. Fournier, D. et al. *Nature* **435**, 1230-1234 (2005).
2. Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S. & De Poorter, M. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species: A Selection from the Global Invasive Species Database* (Invasive Species Specialist Group/IUCN, 2004); [www.issg.org/booklet.pdf](http://www.issg.org/booklet.pdf)
3. Pearcy, M., Aron, S., Doums, C. & Keller, L. *Science* **306**, 1780-1783 (2004).
4. Bourke, A. F. G. & Franks, N. R. *Social Evolution in Ants* (Princeton Univ. Press, 1995).
5. Queller, D. C. & Strassmann, J. E. *Bioscience* **48**, 165-175 (1998).
6. Haig, D. J. *Theor. Biol.* **156**, 401-403 (1992).
7. Queller, D. C. *BMC Evol. Biol.* **3**, 15 (2003).