



ゴキブリ繁栄の秘密を発見 —メス同士一緒に単為生殖促進—

研究成果のポイント

- ・ゴキブリのメスを多数で飼育すると単為生殖だけで3年以上にわたってコロニーを維持。
- ・単為生殖で生まれる子どもは全てメス。
- ・一緒にするメスの数が多いほど単為生殖による卵鞘^{らんしやう}の形成が促進される。
- ・卵鞘形成の促進には他のメスとの接触やメスの出す化学物質を感じとることが重要。
- ・メスの出す性フェロモンは卵鞘形成の促進を引き起こさない。

研究成果の概要

通常、動物は雌雄が交尾することによって有性生殖を行います。オスのいない環境ではメスだけで遺伝的に似た子どもを産む場合があります。これは単為生殖と呼ばれます。単為生殖を行う動物は節足動物、魚類、両生類、は虫類に至るまで動物界に広く見られます。生命科学院博士課程2年生の加藤巧氏、電子科学研究所学術研究員の岩崎正純博士、低温科学研究所の落合正則准教授、理学研究院の水波誠教授、電子科学研究所の西野浩史助教らの研究チームは、ゴキブリのメスを複数で飼育すると「雌伏」の文字通り、単為生殖でメスだけのコロニーを長期間維持できること、その背後にはメス同士が狭い場所で飼育されたときに卵鞘（複数の卵の入ったカプセル）の形成を促進し、同調させるメカニズムが存在することが明らかになりました。ヒトの女性の生理同調（ドミトリー効果）を想起させるこの現象は、ゴキブリの数億年にわたる繁栄を支え、世界進出を助けているのかもしれない。

本研究は、住友財団の2012年度基礎科学研究助成（西野浩史、助成番号120522）を受けて行われました。

論文発表の概要

研究論文名: Group-housed females promote asexual ootheca production in American cockroaches. (ゴキブリのメス同士をグループにすると単為生殖卵の形成が促進される)

著者: 加藤 巧¹, 岩崎 正純², 細野 翔平¹, 頼経 篤史², 落合 正則³, 水波 誠⁴, 西野 浩史² (¹北海道大学大学院生命科学院, ²北海道大学電子科学研究所, ³北海道大学低温科学研究所, ⁴北海道大学大学院理学研究院)

公表雑誌: Zoological Letters (動物学の専門誌)

公表日: 英国時間 2017年3月13日(月)(オンライン公開)

研究成果の概要

(背景)

動物の中にはオスがいるときは有性生殖で、メスだけのときには単為生殖に切り替える繁殖戦略をもつものがあり、これは条件的単為生殖 (facultative parthenogenesis) と呼ばれます。単為生殖は動物にとって短期間で個体数を増やし、新天地へと生息域を拓げる場合に有効な戦略であることが知られています。それでは有性生殖から単為生殖への切り替えを起こす環境要因は何なのでしょう。オスがない環境と言ってしまうえば簡単ですが、メスは具体的に何を感じ取ってこの単為生殖へのスイッチを押すのでしょうか。

漫画テラフォーマーズでもお馴染みの *Periplaneta* 属のゴキブリ (ワモンゴキブリやクロゴキブリ) は、今や元の生息地がわからなくなるほど全世界に広く分布している家屋害虫の代表格です。腹部の先に卵鞘をつけているメスを台所で見かけた人もいるかもしれません。これらの種が単為生殖能を持つことは古い文献で紹介されていますが、世間の認知度は低く、そのメカニズムの研究は進んでいません。コロニー創設に単為生殖を用い、同じく世界進出を果たしている真社会性のシロアリはこれらのゴキブリと共通の祖先から進化しています。そこで、ゴキブリの単為生殖を促進する要因について調べることで、これらの昆虫グループの繁栄の一端を明らかにできるのではないかと考えました。

(研究手法)

お互いが十分に接触できる小さめのプラスチック容器 (図 1A) の中に成虫脱皮直後のワモンゴキブリのメス成虫を 1 匹~複数匹入れ (各個体にはマークをして個体識別), 餌や水を十分に与えたうえで、単為生殖の卵鞘がいつ形成されるのかを 2 ヶ月以上にわたって調べました (図 1B)。さらに、1) 交尾できないように手術したオスと正常メスを一緒にした場合、2) 他個体の識別に利用される感覚器 (頭部にある触角や顎にある触鬃) を除去した場合、3) メスが雄を誘引するために放出する揮発性の物質 (性フェロモン) をメスの代わりに容器内に付加した場合、の卵鞘形成についても調べました。

(研究成果)

メスを単独で飼育したときには単為生殖による卵鞘形成に時間がかかり、しかも個体間でばらつく傾向がありましたが (図 2A), メスを 3 匹一緒に入れると卵鞘がより早く形成されることがわかりました (図 2B)。一方、交尾できないオスと一緒にした場合は、メと一緒にした場合よりも卵鞘形成は遅くなります。触角を切断されたメスを複数で飼育すると、正常個体に比べ卵鞘形成は遅くなりました。残念なことにメスが出す性フェロモンを容器に入れても卵鞘形成への促進効果はありませんでした。以上の結果より、卵鞘形成促進には他個体の出す匂いなどの化学物質や機械的接触を触角などの感覚器で受容することが重要であることがわかりました。卵鞘形成の同調は異なる容器に入っている個体間でも起きたので、ドミトリー効果^{*}のように近接個体同士でリズムを同調させるメカニズムではなく、各個体の卵鞘形成スピードがピークに達することにより、見かけ上の同調が起きているものと推察されます。複数メスによる卵鞘形成の促進と同調は、単為生殖による子孫の数を増やすとともに生存率の向上に寄与すると思われる。このことは複数のメスが単独メスよりもはるかに安定的にコロニーを維持できる事実をよく説明するもので、真社会性の獲得に通じる協力的行動の萌芽とみなすことができます。

(今後への期待)

ゴキブリほど身近な衛生害虫でありながら、有効な駆除方法の見つからない昆虫もいません。生理学的なアプローチにより、その繁殖様式を根本的に見直すことが重要です。今回の研究は、ゴキブリにとって恵まれた環境下での実験ではあるものの、1) 繁殖様式として単為生殖が従来考えられていたよりも有効に機能すること、2) メスが複数で隔離された条件で単為生殖が促進されること、を示しています。世界には単為生殖だけで生息域を広げているゴキブリもあり、メスの拡散を防ぐことが防除には不可欠です。オスのみを誘引する性フェロモン剤トラップは有効とは言えず、雌雄を誘引できる集合フェロモンの特定が待たれるところです。

お問い合わせ先

北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター 助教 西野 浩史 (にしの ひろし)
TEL : 011-706-2596 FAX : 011-706-2596 E-mail : nishino@es.hokudai.ac.jp
ホームページ : <http://www.es.hokudai.ac.jp/labo/nishino/>

[用語解説]

ドミトリイ効果：寄宿舎効果とも呼ばれる。複数の女性が同居する居住域において、互いの月経周期が同調をはじめめる現象のこと。現象そのものや機能的意義も含めて不明な点が多く、現在も論議の的になっている。

【参考図】

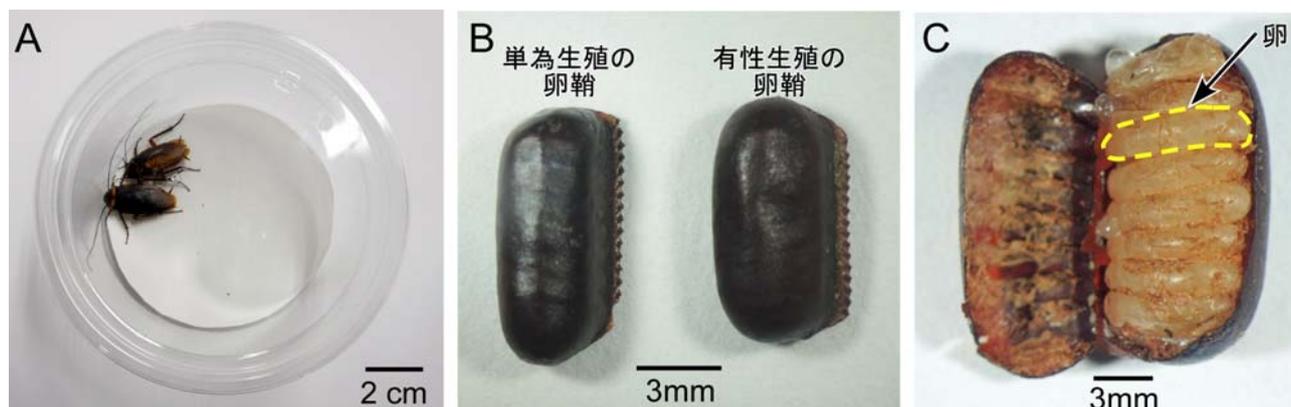


図 1 プラスチック容器内でメスだけを飼育すると(A)、単為生殖による卵鞘を産み落とす(B)。卵鞘を割ると中には約 16 個の卵が整然と並ぶ(C)。卵鞘という防護壁によって中の卵の環境が一定に保たれ、孵化のタイミングを一致させることができる。

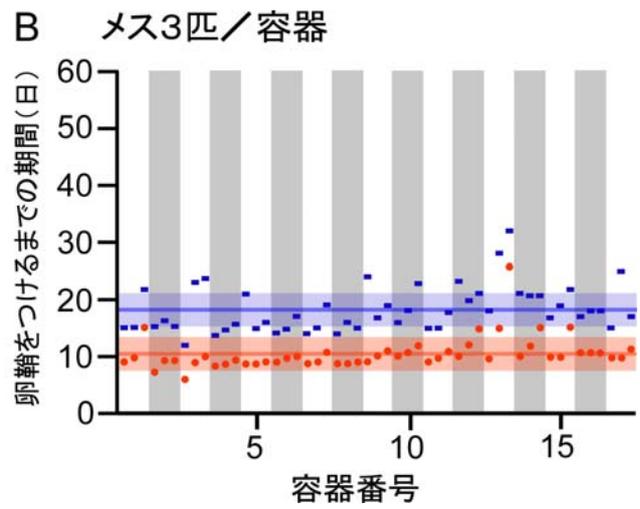
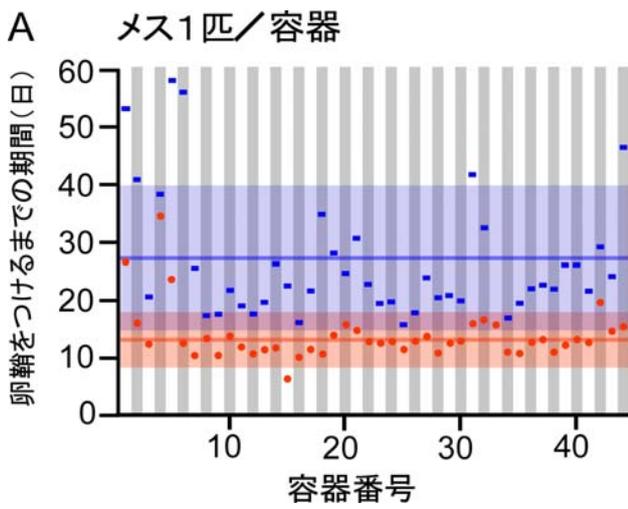


図 2 成虫脱皮直後のメスを 3 匹一緒に飼育すると(B)メスを単独で飼育したとき(A)に比べ、1 回目の卵鞘形成(赤点)、及び 2 回目の卵鞘形成(青点)までの期間の短縮と同調が起こる。ただし、この同調は異なる容器に入っている個体間でも起きていることに注意。横線は平均値、影は標準偏差。