

Hyogo

ひょうごサイエンス

Science

2017.3

Vol.34

CONTENTS

- ① 対談
世界最高性能のガスタービンを目指して
青木 素直さん 三菱重工業株式会社特別顧問
- ⑨ Hyogo EYE 科学研究の第一線を訪ねて
世界に先駆けて女王アリにおける
精子の長期貯蔵メカニズムを探る
甲南大学理工学部 講師 後藤 彩子さん
- ⑩ 自然科学分野の研究活動を支援
—2016(平成28)年度研究助成者—
- ⑬ 実践的教育支援事業
チームで高みを目指す楽しさ
ロボコンに懸ける青春に悔いなし
- ⑭ 県内企業の技術高度化などを目的とした
研究開発を助成
—技術高度化研究開発支援助成事業—
—企業・大学院連携研究事業—
研究紹介/株式会社セルリサーチ
関西学院大学理工学部 加藤 彩織さん、東久保 遼さん
- ⑰ 国際フロンティア産業メッセ2016を共催
グループ出展企業訪問/佐藤精機株式会社
- ⑲ 講演録
第34回ひょうご科学技術トピックスセミナー
- ⑳ ものづくりシンポジウム
ものづくりシンポジウム2017
「IoT導入による生産改革の成功事例」を開催
- ㉑ 次世代ものづくりセミナー
次世代ものづくりセミナーをシリーズで開催
- ㉒ サイエンスカフェひょうごを開催
科学分野のボランティア活動を支援
第14回ひょうごSpring-8賞の受賞者が決定
科学学習体験ツアーを実施
青少年のための科学の祭典2016ひょうご大会を開催
- 科学技術を探る
三菱電機株式会社 先端技術総合研究所



Hyogo EYE

科学研究の第一線を訪ねて

世界に先駆けて女王アリにおける 精子の長期貯蔵メカニズムを探る

甲南大学理工学部 講師 後藤 彩子さん

後藤彩子さんは、10年以上にわたりアリの生態を研究し、5年前からは常温で長期間精子を貯蔵できる、女王アリの体内の仕組みの解析に取り組んでいます。体内に蓄えられた精子の動きの分析と、生殖器官で活躍する遺伝子の分析の双方からアプローチするというもの。将来的に、さまざまな生き物における精子の長期貯蔵につなげるため、一步一步実験を進めています。

なぜ女王アリには精子の長期貯蔵が必要なのか

アリは日本中どこにでも生息する身近な昆虫ですが、その体の仕組みについてはあまり知られていません。例えば、受精卵からメスが、未受精卵からはオスが生まれること。同じ遺伝的背景を持つメスの中で、幼虫期に栄養豊富な餌をどれだけ与えられたかなどにより、生殖器官を持つ女王アリになるか、持たない働きアリになるか運命が分かれることなどが挙げられます。また、解明されていない謎も多く、10年以上生きる女王アリがその生涯を終えるまで、体内に常温で精子を貯蔵できるメカニズムもその一つです。数日間であれば、交尾後のメスが体内に精子を貯蔵する生き物はいませんが、アリはその能力がずば抜けているといえます。

この女王アリにおける常温での精子の長期貯蔵メカニズムを研究することで、ゆくゆくはアリ以外の生き物、家畜の繁殖技術の向上や人間の不妊治療などの一助となることを目標としています。生物の精子は常温の場合、射精してから通常数時間で著しく劣化します。精子の人工的な保存方法としては冷凍が主流ですが、冷凍や解凍の際に細胞を傷つけたり、災害時など停電で維持できなくなるというリスクを伴っており、新たな保存方法が求められているのです。

そもそも、なぜ女王アリにこのような能力が必要なのか、それは



実験材料として愛用するキロシリアゲアリのコロニー

アリの生き方そのものに関係しています。羽化して成虫となった女王アリは、その生涯においてたった一夜だけ、巣から飛び立ちオスと交尾をします。そし

て精子をもらい受けると羽根を落とし、地中に潜って卵を産み自分のコロニー(生活共同体)を築きます。種や環境によって時期は異なりますが、最初の数年は身の回りの世話をする働きアリをたくさんつってコロニーを形成。環境が整うと、女王アリとオスもつくり始め、それは死ぬまで続きます。ですから自分のコロニーを維持し、遺伝子をたくさん残すには、精子をできるだけ多く、しかも長く貯蔵することが不可欠なのです。

ここまでは生態学の分野で、大学、大学院と6年かけてフィールドワークに取り組み研究してきました。ですが、アリの内部に迫ろうとすると、そこに遺伝子や細胞解析の知識、顕微鏡などの専門機器を扱う技術といった分子生物学や細胞生物学の知識が求められます。アリの研究者はほとんどが生態学の専門家のため、精子の長期貯蔵メカニズムの研究に挑戦した人は世界中を探してもいませんでした。それならやってみよう、さらに約3年を費やしてさまざまな研究機関で分子生物学の基礎を勉強。やっと研究のスタートラインに立てたのは、2011年のことでした。

蓄えられた精子の動きに着目

研究開始に当たり、まずは女王アリの体内で貯蔵されている精子の動きに着目しました。長期間保存するには、精子を休眠させて無駄なエネルギーを使わせないことが効果的なのではと考えたからです。オスからもらい受けた精子は、生殖器官の一部、袋状のかたちをしている受精囊受精嚢に蓄えられます。卵巣で作られた卵を産み落とすと同時に、普段はきゅっと閉められている受精囊の入り口が開いて精子が外に出て、卵と精子が受精することでメスに、反対に、閉められた状態のまま卵を産むとオスになるという仕組みです。

実際に、受精囊の中を見てみると、精子は全く動いていません。さまざまな種類で試しましたが結果は同じでした。ところが、受精



囊から外に出した精子は動き出しました。交尾から3年たった個体でも同様です。研究前は他分野の研究者から「DNAを収蔵する核だけが機能し、精子自体は細胞として死んでしまっているのでは」とも言われましたが、実際には精子はしっかり細胞として機能する状態で貯蔵されていることが分かりました。

そして、受精囊の中に精子を不動化させる何かがあるのではというところに行き着き、内部の浸透圧やさまざまなイオン、精子のエネルギーとなっている糖や酸素濃度の数値はどうか、受精囊の内部はねばねばしているため、その粘着物質が物理的に動きを止めているのではないかと、多方面から候補を考えました。残念ながらまだ、該当する「何か」は見つかっていません。専門的な分析など他分野の研究者からの協力も得て、一つ一つ試してはこれも駄目、あれも駄目と可能性を探りながら現在も実験を繰り返しています。

受精囊だけで働いている遺伝子を発見

精子の動きを探る一方、受精囊で多く発現する遺伝子を見つけることも解明につながるのではないかと、2年ほど前から遺伝子に対するアプローチを始めました。具体的には、メスの体全体で働いている遺伝子と受精囊で働いている遺伝子を比べて、後者でより活発に働いている遺伝子を割り出しました。

結果として、活性酸素の働きを抑える遺伝子、受精囊の内部の糖やアミノ酸などの化学組成の制御に関わると考えられる遺伝子、粘性に関わる遺伝子などが、受精囊で活発に働いていました。また、受精囊だけに発現する遺伝子も現段階で12個見つかり、その中に他の生物では見られない遺伝子を発見しました。

今後は12個それぞれの遺伝子からつくったたんぱく質を精子と一緒に培養し、精子が長生きするかどうかの実験を進めていきます。それが成功したら、次はアリ以外の生き物、例えばマウスなどでも試し、最終的には他のあらゆる生き物での実証につなげていきたいと考えています。



研究室では3万匹以上の女王アリを飼育。その飼育女王アリ数は世界一を誇る。「学生たちにはそれぞれ好きなテーマで研究してもらっています」と後藤さん

後藤さんの

女王アリ採集日の タイムスケジュール



- 8:00
起床
- 8:45
研究室に到着。講義の準備
- 9:00～
昼まで講義し、昼食
- 13:00～
研究室で実験や学生の指導、翌日以降の講義の準備など。2時間おきに天気予報をチェックするのは、女王アリの結婚飛行は種によって異なるものの、5月、9月の蒸し暑く雨が降った日の翌晩またはにわか雨が降った日の夜に行われることが多いためだそう
- 19:00
屋外でアリの飛行が確認できたら、自転車で近隣のコンビニやクリーニング店など明るくてアリがよく集まる施設に採集へ
- 20:00～
研究室に戻り、交尾直後の個体の解剖実験
- 23:00～
再び外に出て、翌朝までアリを採集



後藤 彩子 (ごとう・あやこ)

2002年東京都立大学理学部卒業後、東京大学大学院で生物科学を専攻し修士課程を修了、愛媛大学大学院で生物環境保全学を専攻し博士号を取得。自然科学研究機構基礎生物学研究所の特別協力研究員、同生理学研究所の専門研究職員、日本学術振興会の特別研究員を経て14年から甲南大学理工学部の講師に。研究の傍ら、豊富な知識と経験を生かし教壇に立っている。15年にひょうご科学技術協会から本研究で学術研究助成を受ける。



メッセージ

学生時代は興味のある科目だけでなく、全ての授業をしっかりと聞いて何でも吸収してください。私自身、この研究では、生態学と分子生物学、時には他分野の知識も含めさまざまな勉強で得た知識をパズルのように組み合わせることで問題の解明に当たっています。いろいろな視点から物事を見ることは研究だけにとどまらず、世界が広がり、人生も豊かになると思います。

また、今後やりたいことをやるには周囲の協力が欠かせません。協力して下さる方と気持ちよく仕事ができるように、学生のうちにマナーや社会常識をしっかりと身に付けておくことが必要だと思います。