

最新研究トピックス Research Topics

多細胞生物進化のモデル実験系・ 海生黒色酵母

名古屋大学 菅島臨海実験所 所長 五島 剛太

2026年1月、菅島臨海実験所の私のグループ（図1）は、菅島で採集した黒色酵母種が栄養状態に応じて単細胞性の増殖と多細胞体としての成長を切り替えることを見出し、さらに、その切り替えに必要な10遺伝子を見つけ、論文発表した（Kurita, Adachi, Uesaka and Goshima. Nature. 2026）。地球上で単細胞生物から多細胞生物がどのように進化するのかに示唆を与える研究成果だと思っている。

私は1996年から約四半世紀にわたり、細胞分裂や細胞骨格の研究をしてきた。扱ったのは哺乳類、植物を含め多岐にわたるが、いずれも世界中で多くの研究者が使っている「モデル生物」で、海産の非モデル生物を使った研究を始めたのはごく最近である。ここではまず、どういう経緯でそのような研究をするようになったのかを紹介する。研究者は一つの関心あるテーマをずっとやり続けるものだと思うのがちかかもしれないが、今回の経緯はそれとはかなり異なる。

2020年3月、私は前任の澤田均所長が定年退職されることを受け、菅島臨海実験所の5代目所長として実験所敷地内の官舎に居を移した。名古屋市にある名大の教授と、離島の実験所所長としての二重生活が始まった。島での最初の仕事は、名大理学部生命学科の学生を対象にした臨海実習の主催のはずだった。しかし、この時期に何が起こったかは、皆さんの記憶にも残っていることだろう。まさに、日本における新型コロナウイルス感染症流行開始のタイミングだった。大学の方針で臨海実習は中止。その後に参加予定だった学会も中止。ついには「Stay home!」の号令とともに、名古屋と菅島を行き来することや、実験所の外に出ることさえ難しくなってしまった。しかし、このことが研究に思わぬ新展開をもたらすのだから、わからないものである。

Stay homeといっても、私の場合、住まいは実験所敷地内にあり、実験所の数人のスタッフ以外と会うことはない。目の前の海で生物を採集することや、それを使った簡単な実験をすることは許された。そこで、研究室主宰者として何年もオフィスワークが中心だった私だが、この機会に何か自分一人のできる実験生物学プロジェクトを開



図1: 菅島臨海実験所の黒色酵母研究チーム。左から栗田、五島、足立。

始しようと考えた。どんなプロジェクトを進めるか。感染症の流行が収まれば、また大学内外の用務で忙しくなり、実験をやる時間が十分には確保できなくなるのは目に見えていたため、流行が終息するまでに完了できるプロジェクトにしようと思った。流行は1~2か月で終わるだろうと予測した（完全に外れた）。そこで、何か興味深い研究の追試のようなことをやって、「再現できた上で少し新しい知見も得られた」という短報を書いて終える、という構想を立てた。ただし、これは楽観的な見通しである。追試では何も新しいことが見つからず、論文報告に至らない可能性も十分ある。卒業や就職がかかっている大学院生やポスドクには適用しにくい研究テーマの選び方である。

選んだテーマは、「菅島の海で真菌（酵母、カビ）を単離する」というものだった。それは、米国ウッズホール海洋生物学研究所の研究者が、モデル酵母とは異なる細胞分裂様式をとる海生酵母を採集し2019年に興味深い論文を報告していたからである（Mitchison-Field et al. Current Biology. 2019）。向こうは大西洋での採集、こちらは菅島（太平洋）なので、もしかしたら別のものが採集でき、論文文化できるかもしれないと思った。さらに、真菌単離には海水や海生生物の破片を真菌用のプレートに撒くだけでよ

RESEARCH TOPICS

く、種同定も、既知種なら PCR とサンガーシーケンシングで3日もあればできる。これは1~2か月のプロジェクトとしてはびったりだと思った。

実際にやってみると、確かに菅島の海にも真菌は生息していて、比較的簡単に数十株を単離できた(図2)。ところが感染症流行はすぐには終わらず、まだ自分で実験する時間があったので、先行研究と同様に顕微鏡下で細胞分裂の様子も観察してみることにした。そこで奇妙な現象が起きた。ある特定の黒色酵母種を使って細胞観察をしているのに、日によって様子が全然違うのである。あるときは一つの細胞が成長し、大きく長い細胞となったのち、細胞を分ける隔壁が入った。隔壁は存在したまま、分けられた細胞はまた成長を続け、再び隔壁で二つに分けられた。つまり、多細胞体を形成した(図3上)。ところが別の日に同じ株を使って同様に観察すると、今度は一つの細胞が出芽し、いきなり二つの細胞に完全に分離した(図3下)。誤った株を使ったのかと思い、ストックから株を起し直してやり直したが、同じ結果になった。当然ながら困惑した。しかし、何度か実験を繰り返すうちに、細胞密度の違いがこの分裂様式の変換につながることを発見した。細胞密度が低いときは多細胞体を形成し、密度が高いと単細胞増殖することを突き止めた。こんな現象は聞いたことがなく、とても興奮した。なぜ、どのような仕組みで変換が起こるのかを突き止めたいと思った。しかし、その頃には感染症流行は収束傾向にあり、日常生活が再開した。これ以上は自分でこの現象を深く追究することはできないと諦め、「細胞密度による細胞成長・分裂様式の変換」に絞った論文を単著で発表した(Goshima. Genes to Cells. 2022)。

奇妙な現象と格闘していた2021年3月、一つの出会いがあった。この年は、マスク着用やソーシャルディスタンスの確保など各種制限を設けながらも名大の臨海実習が再開された。その参加者の一人、栗田岳歩君にこの現象のことを話すと、目を輝かせて聞き入ってくれた。そして栗田君は、3年時秋からの卒業研究所属先として菅島臨海を希望し、10月から私のテーマを引き継いだ。紆余曲折はあったが、バイオインフォマティクスの上坂一馬さん(名大農学部)の協力もあり、最終的にいくつかの発見に至った。たとえば、私が「細胞密度依存的」だと結論した現象は、実は個々の細胞がどれくらい栄養を与えられているかに依存していることを突き止めた(図3)。細胞密度が高いというのは、個々の細胞にとって栄養が不足している状態を意味していた。そして、多細胞優勢型あるいは単細胞優勢型の変異体を実験室で作出し、その原因遺伝子を突き止めることで、栄養状態を感知して分裂様式を切り替えるのに必要な10遺伝子を明らかにした。さらには、2年後に実験所に入所した後輩の足立恭果さん

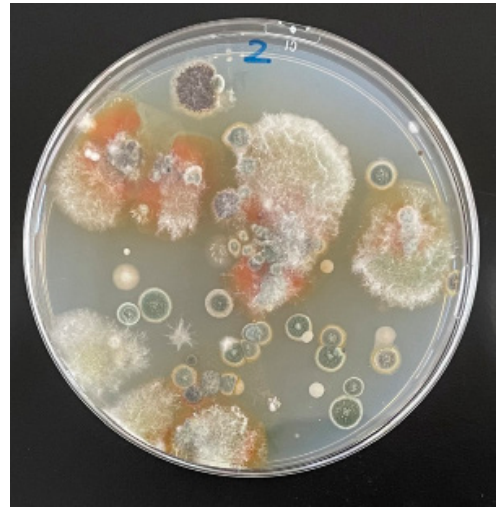


図2：海水を撒いて数日間放置した寒天培地プレートの様子。さまざまな種類の真菌が生えてきている。

との共同研究もうまく進み、海底に生息する動物の体表には多細胞優勢型の黒色酵母株が生息していることも発見した。多細胞性を獲得することの生物学的意義を示唆する結果である。

私が大学院生だった頃、著名な研究者がセミナーでこのような話をされていた。「何かに興味を持ったら、それに関する論文を読み、まずは追試をしてみよう。最新の機器や手法を使えば、先人とは異なる発見があるかもしれない」。いかにも研究者らしい研究の進め方で、当時は憧れたものだったが、その先生がこのやり方で成功されたのは1960年代のことだった。今の時代にそんな話はないだろうと思っていた。それでもわずかな期待を抱きつつ、「単なる追試」というテーマに初めて取り組んでみた。これほど面白い展開になるとは思ってもみなかった。幸運だったのだろうが、思わぬ発見がこのような形で生まれるのは、存外、生物学における不変の定理なのかもしれない。

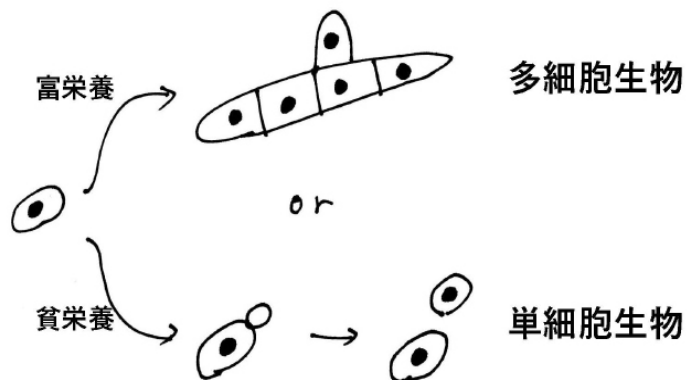


図3：黒色酵母の数は栄養状態によって単細胞増殖と多細胞体形成を切り替える。さまざまな種類の真菌が生えてきている。