

# 一斉産卵を行うサンゴの網目状 進化の歴史についての生殖と 遺伝子による証明 (論文紹介)

下池 和幸  
阿嘉島臨海研究所

Reproductive and genetic evidence for a reticulate evolutionary history of mass-spawning corals.  
Hatta, M., H. Fukami, W. Wang, M. Omori, K. Shimoike, T. Hayashibara, Y. Ina and T. Sugiyama  
1999. Mol. Biol. Evol. 16(11): 1607-1613. (A review)

K. Shimoike

世界的なサンゴ分類学者である Veron 博士と Wallace 博士が、それぞれ 1989 年と 1993 年に阿嘉島臨海研究所を訪れた際、私はお二方の潜水調査に同行し、サンゴの形態分類について学ぶ機会に恵まれた。その時、Wallace 博士に、種間交配で生まれたサンゴを飼育しているという話を伺って驚いた記憶がある。確かに、多くのサンゴは満月前後の夜に一斉に産卵するのだから、異なる種の卵と精子が混ざり合うことは普通に起こるだろう。この時に異種間で交雑が起こり、雑種のサンゴが生まれている可能性は十分に考えられる。さらに、現生サンゴや化石サンゴの骨格には種間で中間的な形態が見られることから、Veron 博士は 1995 年に、サンゴは種の分化と融合を繰り返しながら進化してきたという網目状進化説を提唱した (図 1)。

その頃、阿嘉島臨海研究所では、設立当初から行っていたサンゴの産卵調査によって、おおよその産卵パターンが明らかにされてきたことから、交配実験ができる環境がととのっていた。また、東京水産大学博士課程の学生であった王 文樵さんが、国立遺伝学研究所の杉山 勉先生 (当時) らの指導のもと、阿嘉島で採取したミドリイシ属サンゴの刺胞からミニコラーゲン遺伝子を分離することに成功したことから、サンゴの DNA 解析が可能となった。そこで、国立遺伝学研究所、東京水産大学、阿嘉島臨海研究所による共同研究が始まることになったのである。この論文は、一般的な種概念を超越したサンゴの網目状進化説を支持し、進化生物学に新たな光を投げかけるであろう。以下、その内容を紹介する。

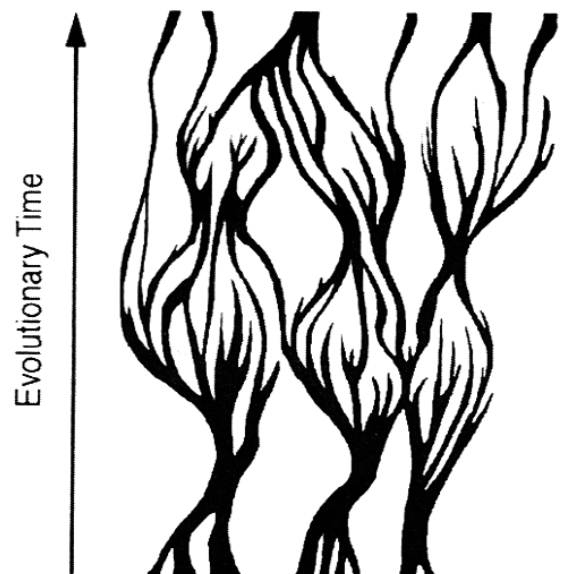


図 1. Veron 博士によるサンゴの網目状進化説の概念図  
線の分岐が種分化を、交わりが融合を示す。

1994 年から 1997 年の毎年の一斉産卵の時期に、阿嘉島周辺海域から採取したミドリイシ属サンゴを用いて、異なる種から採取した卵と精子を掛け合わせる交配実験を行った。その結果、8 種のミドリイシによる 44 とおりの組み合わせのうち 8 つの組み合わせで種間交配が起き、生まれた幼生は正常に発生が進んだ。

次に、刺胞遺伝子を目印にして、交配実験で用いたサンゴと得られた幼生の親子鑑定を行ったところ、メンデルの法則に見られるように、幼生には両親から受け継いだ対立遺伝子の配列が含まれていた。これは、実験的な異種交配によって生み出されたサンゴの子孫が、本当に雑種であることを分子的に証明した初めての例である。

一斉産卵時には、卵は異なる種から放出された高濃度の精子にさらされるため、自然界でも交雑が起きているものと思われる。

さらに、刺胞遺伝子の配列の違いに基づいて、実験に用いたサンゴの遺伝的な系統関係を推定した。図2に交雑と遺伝的な関係を模式的に示す。8種のサンゴは3つの遺伝的に近縁なグループに分けられたが、交雑はそれぞれのグループ内の種の間だけで起こった。最も大きなグループは5種からなるが、この中には形態が全く異なる種が含まれている。しかし、DNA解析の結果からは、これらは同種と言ってもいいくらいお互いに近縁であった。

各サンゴを群体形状別に分類すると、*A. nasuta*と*A. digitifera*は散房花状であり、*A. formosa*と*A. nobilis*は枝状、*A. florida*は洗瓶ブラシ状である。形態的に全く異なる*A. nasuta*と*A. formosa-A*、および*A. florida*と*A. nobilis*の2組の種がそれぞれ近縁関係にある一方、形態的に似ている*A. formosa-A*、*A. formosa-B*、*A. nobilis*の3種が遺伝的に疎遠であるというように、遺伝的な類縁性と形態の類似性とは別のものであった。

雑種は中間の表現型を表すとはかぎらないいため、いくつかのミドリイシの雑種は予期しない形態になり、形態学的には独立した種とみなされている可能性が考えられる。そして、一斉産卵における雑種形成が、サンゴの形態学的な種多様性の増加をもたらしているのかもしれない。

ミドリイシ属には不完全な生殖隔離が存在すると同時に、遺伝的つながりを持った種の複合体が含まれているものと考えられる。これらの特徴は、一般的な種概念を越えており、多様な種の分化と融合の過程によって説明されるサンゴの網目状進化説を裏付けるものである。

このような種の複合体について、二とおりの筋書きで説明ができる。その一つとして、図2の5種からなる大きなグループは、極めて多様な形態を持つ祖先種から生殖的に隔離されてきたとしよう。その中で*A. nasuta-B*は*A. nasuta-A*の祖先から、最近になって生殖隔離を成しとげた。そのため、この種では形態的にも遺伝的にもまだ独自性を蓄積してい

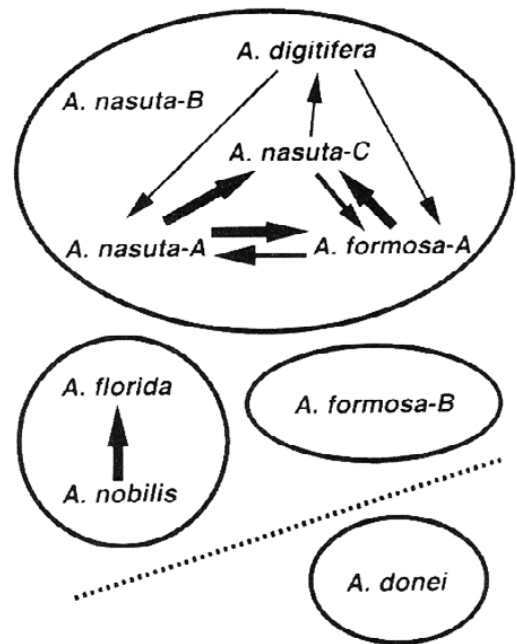


図2. 交配実験で用いたサンゴの生殖と遺伝的な関係の模式図。円で囲まれた種のグループは遺伝的に近縁であることを示す。矢印の元にある種の精子が矢印の先にある種の卵を受精させたことを示す。矢印の線の太さは受精率の高さを示す(太線: >50%, 中線: 20-50%, 細線: 3-20%)。破線で区切られている*A. donei*は産卵時間が異なることから生殖隔離されていることを示しており、この種の塩基配列は以前に行われた研究で調べられている。

ない。一方では、*A. nasuta*と*A. formosa*に見られるように、DNA多型が固定されないままに、全く異なる形態がそれぞれの種に固定されたのである。

もう一つの筋書きは、一斉産卵時の雑種形成による種間での遺伝子の移入である。進化のタイムスケールにおいて、5つの隔離されていた種は、最近の海面や海流の変化によって、一斉産卵時に交雑できるような分布になった。生じた雑種が生殖活動に加わり、その祖先と戻し交配ができれば、一つの種から他の種へ遺伝子を伝達するようになるだろう。図2では*A. nasuta-B*は他のメンバーと交雑していないが、未同定の種を通じて遺伝子を伝達することでこのグループに含まれることになる。このような遺伝子の流れは最初はとても小さいとしても、交雑と戻し交配を繰り返すうちに次第に大きくなり、やがて多くの種が遺伝子プールを共有するようになるだろう。

これら二つの筋書きのどちらをとっても、ここで記述した多くのミドリイシの相互連結は、網目状進化の歴史を現在という瞬間で切った断面と一致する。一斉産卵はサンゴのユニークな進化の歴史を促していると言えるだろう。