

Wallace 博士に お目にかかって

杉山 勉

国立遺伝学研究所教授



A week with Dr. Wallace in Akajima

Tsutomu Sugiyama

1993年5月の連休に阿嘉島臨海研究所に於いて、オーストラリアから招かれて滞在中の、トロピカルクイーンズランド博物館館長 Wallace 博士にお目にかかる事ができた。Wallace さんは優しい、親しみやすい感じの女性で、博物館館長の肩書きがやや意外だった。しかし長年にわたるサンゴに関する面白い話をお聞きする間に、そんなことはすぐ忘れてしまっていた。Wallace さんが林原、下池両氏とサンゴの潜水フィールド調査に行く際に、同行させていただいた。そのとき何かお手伝いしたいと思ったが、一度潜水すると会話は困難で、お手伝いどころか、かえって邪魔になるだけのようだった。この阿嘉島滞在の一週間は、面白い話も沢山聞き、小生自身も色々考えたり、思い出したり、大変良い機会であった。その折りの雑感をここに記す。

Wallace さんに関する予備知識は、あらかじめ林原さんから若干聞いていた。Wallace さんは有名なサンゴの一斉産卵を発見した研究者の一人である。サンゴの一斉産卵は、オーストラリアのグレートバリアリーフで、1981年と1982年に初めて観察され、その後世界各地のサンゴ礁で確認されている。日本でも沖縄の海の、サンゴの一斉産卵の素晴らしい映像が、テレビを通じ何回も放映され、広く一般に知られるようになった。実は小生もその一人である。

ところで、サンゴの有性生殖については、ごく一部の例外を除くと、つい最近までほとんど何も知られていなかったそうである。これは驚くべきことと思う。サンゴはサンゴ礁生態系を形成する主要生物

で、非常に目立つ動物である。その上、サンゴの一斉産卵は自然の示す大スペクタクルの一つである。それなのになぜ長い間誰も知らなかったのか、まことに不思議である。

その理由を問いただしたところ、世界中どこもサンゴ礁のすぐ近くに研究所がなかったことが、重要な一因との事である。たしかにフィールドと研究所が遠く離れていれば、生態観察を毎日長期間行うことは困難である。その上深夜の観察はさらに困難である。いずれにせよ、サンゴの本格的研究は今やっと始まったばかりといえる。阿嘉島臨海研究所のような立派な施設をベースに、今後面白い研究成果がつぎつぎと発表されることを期待する。

ところで、Wallace さんの研究は、実はサンゴの有性生殖ではなく、サンゴの分類が本当の専門である。サンゴの分類研究を始めたのは、一斉産卵発見前、今から訳20年前との事である。サンゴのうちでも特にミドリイシ属の分類を専門とし、20年間一貫して同じ研究を続けている。本紙の名前「みどりいし」の由来であるミドリイシ属サンゴは、阿嘉島周辺にも多いが、世界各地のサンゴ礁を形成するサンゴのうち、種類も個体数も最も多いと聞いている。サンゴ礁で一番目につくテーブルサンゴや、鹿の角の形をしたサンゴもほとんど全部ミドリイシらしい。

分類学は、18世紀、ヨーロッパにおいて体系化された学問であり、生物の二命名法を確立したリンネ(1707-1778)がその代表である。サンゴの分類図鑑をみると、ハナヤサイサンゴの学名 *Pocillopora*

damicornis (Linnaeus, 1758) に、リンネの名前がついている。従ってリンネの時代すでに、サンゴの分類研究がされていたことがわかる。しかしヨーロッパにサンゴ礁はないから、この時代のサンゴの分類は、主として熱帯海洋地方で採集され、遠くヨーロッパまで送られてきた標本を用いて行われたはずである。

この時代、ヨーロッパには分布していない珍しい動植物に対する関心が高まり、分類研究も盛んに行われたようである。その方法は、有名なダーウィンの「ビーグル号航海記」を読むとよく解る。ダーウィンは英国海軍の測量船ビーグル号に、博物学専門官として乗り組み、南半球を広く就航 (1831-1836) し、その間各地で動植物を採集し、標本にして本国の分類学者に送っている。それが博物学専門官としての彼の任務であった。珍しい生物の採集に夢中になるが、狭い船内で乏しい資材を用い、標本作製するのが如何に苦勞多いかを、彼は「ビーグル号航海記」に詳しく書いている。植物の押花標本は、新聞紙が沢山あれば簡単に作れる。しかし、湿度が高く、余分の紙など全く無い遠洋航海中の船内では、一工夫も二工夫も必要であった。

ビーグル号は南太平洋のサンゴ礁海域の調査も行っている。そしてダーウィンはサンゴ礁について “The structure and distribution of coral reefs” という本を著している。小生はこの本を読んだことがない。そこで先日上京の際、丸善で “Books in Print” を調べたら、この本は 1984 年に University of Arizona Press から出版されていることがわかった。それで早速注文したので、そのうち入手できる筈である。ダーウィンの時代には、海産動物の化石がなぜ山の上に沢山見つかるのか、まだ定説の無かった頃である。無論サンゴ礁形成についても、全く何も理解されていなかった筈である。この時代のダーウィスが、初めてサンゴ礁を見たとき、何を考え、

何を感じたのだろうか。もう一度「ビーグル号航海記」の南太平洋の部分を読み直し、上記の本も到着しだい読んで見たい。

それから手元にあるサンゴの分類図鑑を調べたが、学名にダーウィンの名前がついたサンゴ種は見つからなかった。だからダーウィンは、サンゴの分類にはあまり関係しなかったようである。ちなみに、フジツボの学名にはダーウィンの名がついた種が沢山ある。ビーグル号航海中にダーウィンはフジツボも採集し、本国に送ったが、誰もこの地味な動物に関心を示さなかったらしい。それで帰国後数年たってから、仕方なしに自分自身でフジツボの分類研究をする羽目になる。そしてやり始めると、かなり熱中し、自分で採集した標本を調べ終え、その後世界各地からもっと多くの標本を取り寄せ、長年にわたりフジツボ分類の仕事が続けたと、伝記に書かれている。

サンゴの図鑑に、ダーウィンの名前は見つからなかったが、かわりにラマルク (1744-1829) が命名したサンゴが沢山あることに気付いた。特にキクメイシに彼が命名した種が多い。言うまでもなくラマルクは「獲得形質の遺伝」の提唱者として有名なフランス人であり、時代はダーウィンより半世紀以上前の人である。ラマルクの伝記を読んだことは無いが、彼もダーウィンと同じように世界旅行をし、実際にサンゴ礁を見る経験があったのだろうか。それとも自然のサンゴは一度も見ず、ただ送られてきた骨格標本をフランスで手にしつつ、人から聞いた遠い熱帯のサンゴ礁を空想しながらサンゴの名前を考えたのだろうか。

いづれにせよ、18-19 世紀ヨーロッパの研究者にとり、サンゴは非常に魅力に満ち、想像力をかき立てる動物ではなかったろうか。特に進化論の研究者には注目された生物だったと思う。しかしその一方、サンゴの分類に関する研究は、その時代ヨーロッパ

に住んでいた研究者には無理が多かったと思う。比較的多くの研究者が関係したらしいが、まあ誰も片手間仕事のようにしか研究できなかったと思う。何しろ自分で思うままに標本を採集できなかったのである。そのためサンゴの分類は不完全、未整理のまま、つい最近まで残されてきたのである。

この欠点を補うために、Veronを中心とするオーストラリアの研究者グループが、サンゴの分類の整理、体系化の事業を現在精力的に進めている。そしてそのなかで、Wallaceさんはミドリイシ属サンゴの分類を担当されている。Wallaceさんの著作の一部を見ると、その研究がどれほど大変であるか、20年間のご苦労のあとが、よく読み取れる。例えば阿嘉島周辺にも沢山分布しているハナガサミドリイシ (*Acropora nasuta*) がその一例である。このサンゴはDanaが1846年に*Madrepora nasuta*と初めて命名したが、その後今まで、同じ種につき、なんと五つも違う種名がつけられている。このような誤りをひとつひとつ見つけ出し訂正するため、Wallaceさんは古い文献を綿密に調べ上げ、どこかの博物館に標本が保存されてあれば、そこに行って標本を調べ、また自身で各地のサンゴ礁のフィールド調査も行う。そしてその結果に基づき、Klunzinger(1879)が*Madrepora canaliculata*と命名した種も、Vaughan(1906)が*Acropora diomedae*と命名した種も、本当は*Acropora nasuta*であることを示している。このような調査はハナガサミドリイシだけでなく、すべてのミドリイシ属サンゴにつき、同じように詳しく調べる必要がある。この様なプロセスを経て、はじめて信頼しうる新しい分類体系が作成される。大変地味で、しかも長期間の努力を要するが、サンゴ礁の生物学全般の理解に、絶対的に不可欠な重要な仕事である。Wallaceさんの話を聞いた時、ああこれが本当の分類学だなと小生は思った次第である。

さて、Wallaceさんから聞いた話のなかに、小生が

特に興味を引かれた最近の研究の話題があった。それはサンゴの一斉産卵と分類の両方に関する問題である。海産動物の中には、サンゴ以外にも、ゴカイやウミシダのように、一斉産卵をする動物がある。しかしこのような動物の場合、同じ場所、同じ時期に一斉産卵を行うのは、唯一種のみである。ところがサンゴの場合は、非常に多くの種が、同じ場所で、同時に一斉産卵を行う。そのため海水中には、いろいろの種のサンゴの精子と卵子が入り混じって混在する事になる。このような条件下の受精は、どんな影響を受けるだろうか？同一種の精子と卵子が出会い、受精が成立すれば問題ない。しかし同一種でない精子と卵子が出会った場合が問題となる。理論上、2通りの可能性が考えられる。すなわち受精が成立する場合、それから成立しない場合である。他の可能性も考えられるが、ここでは省略する。

まず初めに、異種サンゴ間の精子と卵子の受精が可能な場合を考えてみよう。この場合、受精は可能でも、その後の受精卵の発生がうまく進むとは限らない。またもし発生がうまく進行すれば、その結果として種間雑種が生まれて来る。種間雑種は一般的にひ弱で、成長しにくい、成長しても生殖力は低い。ウマとロバの子ラバの不妊がその例である。従って、もしサンゴの一斉産卵で、異種間受精が成立し、発生できない受精卵が形成されたり、不妊の種間雑種が生まれて来れば、これは生物にとり最も大切な種の保存の目的には何の役にも立たないことになる。

次に異種間受精が成立しない場合を考えてみよう。海産動物にはウニやヒトデのように、精子と卵子を採取し、自然環境に近い条件下で人工的に雑種交配を試みても、成功しない例が多い。これは精子と卵子に、同種の配偶子を識別して受け入れるが、他種の配偶子は排除するメカニズムが存在するためである。ウニの場合、このメカニズムは詳細に研究され

ている。もしサンゴの精子と卵子にも、同じように種間受精を防ぐメカニズムが備わっていれば、一斉産卵の際、何の問題も起こらない。ただそのかわり精子と出会うチャンスが無く、受精されないで無駄になる卵子が多いかもしれない。

このように考えると、上記 2 通りの可能性はそれぞれの短所をもち、サンゴの一斉産卵の生殖様式はいろいろ利点もあるが、問題も多いことが判る。さてそれでは、サンゴの場合上記 2 通りの可能性のうち、どちらが正しいだろうか。

Wallace さんのグループは、実際にこの問題を調べる実験を行っている。実験を実施した当初の目的は、必ずしも種間交配の可能性を調べるのではなく、少し違うところにあったようである。しかしともかく、ミドリイシ属数種を選び、一斉産卵の時期に個々の群体から精子と卵子を分離して採集し、種内及び種間の人工授精を試みた。そしてその結果、種間交配が成立する組み合わせが見つかったのである。しかも成功する組み合わせの頻度は、かなり高いのである。その上さらに、種間交配で得られた受精卵のうち、まともに発生し、その後 2 年間成長を続けている個体もあるそうである。

このような個体は、その成り立ちからして、まず種間雑種と考えて良いと思う（断定はできないが）。もし本当に種間雑種なら、その個体は今後も成長を続けることができるのか？ 成長すればどのような形態を示すのか？ やはり不妊となるか？ 知りたいことは山のようにある。

それから更にもっと重要な問題もある。もし人工的に種間雑種が作れるのなら、自然の一斉産卵条件下においても、種間雑種が生まれているだろうか？ もし生まれていれば、自然環境下で成長し、群体を形成し、サンゴ礁の一部になっているだろうか？ もし雑種が自然界に存在していれば、分類上どう取り扱われているだろうか？ 現在独立種と考えられてい

る種のうちに、本当は雑種が含まれているのだろうか？ これはかなり重要な問題である。場合によれば、サンゴの分類全体の再検討が必要となるかもしれない。

さてここで一旦話題を転じ、中国からの女史留学生である王文樵さんの研究につき若干述べる。王さんは中国の修士課程で、腔腸動物の刺胞形態に関する研究を行い、来日後の博士課程では、私達の研究室で主として刺胞遺伝子の研究をすすめている。とても真面目、かつ熱心なので、来日後始めた分子生物学の基礎を、比較的短期間でよく身につけ、最近では研究のピッチも上がっている。王さんは、阿嘉島で採集したミドリイシ属サンゴから刺胞遺伝子ミニコラーゲンのクローンを分離することに成功し、目下その遺伝子の全塩基配列の決定をすすめ、ほぼ完成に近い段階にある。刺胞は腔腸動物だけが持つトゲを発射する細胞内小器官で、腔腸動物分類上の、重要な指標とされる構造である。王さんは、今後いろいろな種の腔腸動物からミニコラーゲン遺伝子を分離し、その塩基配列を比較することにより、腔腸動物の分類および系統進化の問題を、刺胞の形態進化と、ミニコラーゲン遺伝子の分子進化の両面から、研究する計画を持っている。

ところで、王さんが分離したミニコラーゲン遺伝子は、上記の Wallace 先生たちのサンゴ種間雑種に関連する問題の解決にも役立つ筈である。従来の形態分類では解決が困難な問題を検討するために、最近では新しい分子分類学の技術が沢山開発され、応用されている。ミニコラーゲン遺伝子とこれらの新技術を上手に使いこなせば、サンゴの一斉産卵で本当に異種間受精が起きているか否か、自然界に雑種群体が実際に存在するか否か、これらの諸問題につき DNA レベルの検討を行い、明確な回答を出すことが可能であると小生は思う。王さんがこの問題にチャレンジし、面白い成果を上げてくれることを期待する。