

**PhilSci Newsletters No. 7**

Editor Ucci Uccini

ダーウィンのランの研究は、わが国では翻訳も絶版になっていて、あまりよく知られていないようである。わたし自身も、読んだのは今回が初めてだったが、大変に面白かった。最初は、専門用語がたくさん出てきて取っつきにくい感じだったが、ツボがわかってくると、この研究でダーウィンが何を狙っているのかがだんだん理解できてきて、「なるほど、これを言うためにこんなじゃまくさいことをやっていたのか！」と納得する。「神はディテールに宿る」のではなく、「ディテールをきちんと詰めてみると、神が不要であることがわかる」というのが、ダーウィンの一つのメッセージなのだ。馬力はあるが、ディテールがしばしば疎かになるとここの伝記作家とは大違いだ！

わたしが今執筆中の「ダーウィン本」の第五章に当たる内容、一足先にお目にかけてよう。ドーキンスの『ブラインド・ウォッチメイカー』や、デネットの『ダーウィンの危険な思想』とはひと味違う、コンパクトな読み物はいかがかな？

Darwin's book on orchids is not well known in Japan, presumably because its Japanese translation has been long out of print. But this book is very interesting in that Darwin's hidden intent is to show that we can see that God is not needed if we pay enough attention to the details of orchids. In contrast to *big* books written by Richard Dawkins and Daniel Dennett, I will show you *briefly* the essence of Darwin's view on the relationship between natural selection and the seeming "teleological" notions of function and purpose.

No. 7, Feb. 17, 2009

Orchids are Good Enough to Expel God from Biology:

Darwin's Study on Orchids

by Ucci Uccini

### ダーウィンのラン研究

ダーウィンは、彼の自然淘汰と分岐の原理によって、自然界での多様な種の分岐と、それらが置かれた環境、自然の経済の中でのそれぞれの場所への適応を説明できると考えた。これによって、彼が学生時代に読まれたペイリーの自然神学で主張されたような、知性的な創造者によって「設計」された生物種や生物の諸器官という考え方は克服できるはずである。自然淘汰の過程は、ランダムな変異をふるいにかけて、微小な改善の積み重ねによって（現代的な表現では、適応曲線のピークにだんだん近づけることによって）、ある器官が特別な「目的」のために設計されたかのように見事な「機能」を果たすことを可能にするはずである。かくして、生物学的な「目的」、「機能」、そして「設計（デザイン）」という、ふつうは目的論に理解される諸概念が、自然淘汰説のなかで新たに意味づけし直されて使えるようになるはずである。しかし、これは『種の起源』の段階ではまだ一般論である。

ダーウィンがこの問題に具体的な事例を通じて取り組むのは、ランの研究である。懸案だった大著を仕上げ、その続編、飼育栽培下の動植物の変異についての本にかかったところで、彼は、たまたま、ランの花の込み入った構造に魅惑され、その研究にのめり込んでしまう。ランの花には、雄しべと雌しべがあり、ほとんど一体化してすぐ近くに位置しているにもかかわらず、自家受粉を避けるための「仕掛け」が発達しているらしいのだ。自然はできるだけ自家生殖を避けるようにできているという強い直観を持っていたダーウィンにとって、これは是非とも究明しておきたい話題だった。ダーウィンの考えでは、ランの花の構造は、花に入り込んだ昆虫（主としてハチ）の体に花粉を付け、それを別の花に運ばせて他家受粉させるという「目的」を達成するようにできているらしい。しかし、それを実証的に示すのはなかなか大変である。しかし、花の美しさや巧妙な仕組みを賛美する素人が考えるような、神の行き届いた配慮に

よってその仕組みが作られたわけではなく、微細な変異が「他家受粉」から生じる利益（すなわち、子孫をより多く残せるという繁殖上の利益、あるいは適応の山）に導かれて自然淘汰で集積して、その仕組みができたに違いない。この話題は、自説の例証にも貢献しうるのだ。そこで、彼のいつもの凝り性が頭をもたげ、多くのランの種類に当たって、花の構造を解剖して確かめ、ハチの体に花粉をつける仕組み、ハチの体に付いた花粉を別の花が受粉する仕組みを確かめる作業に入る。もちろん、そのための情報収集を図るため、新たな文通のネットワークを広げることも怠りなく。その結果、二年後に書き上げられたのが『ランが昆虫によって受粉させられるための様々な仕組み』（初版一八六二年、第二版一八七七年）である。

この本の冒頭、序論のところでダーウィンは次のように宣言する。

この本の目的は、ランの受粉の仕組みは、動物界におけるもっとも見事な適応と同じくらいに多様で、ほとんど同じくらいに完璧であることを示すことにある。そして、第二に、これらの仕組みの主たる目的が、別の花から昆虫によって持ち運ばれた花粉によって受粉することにある、ということを示すことにある。わたしの『種の起源』においては、高度な生物において同種の別の個体との交配がときおり必要であること、言い換えれば、雌雄同体のいかなる生物も、すべての世代にわたって永続的に自家受精するわけにはいかないということが、自然界でほとんど普遍的な法則になっていることについて、一般的な理由しか述べることができなかった。この説を十分な事実による裏づけなしで提唱したことで、わたしは非難されてきた。あの本ではそのための十分な紙数がなかったからなのだが、この新しい本では、詳細な事実なしでわたしがそう言ったわけではないことを示したいと思う。(Darwin 1877, 1)

### ランの他家受粉の仕組み

ランの花には、前面に「唇弁」と呼ばれる大きな花弁があり、花を訪れた昆虫は、まずそこに着地する（花の構造および名称は、図を参照）。これの奥の方に、蜜腺があって、昆虫はそこを目指して花の中に頭と口吻をつっこんでい

く。そうすると、その昆虫の口吻が「小嘴（しょうし）」と呼ばれる器官に触れて破裂させ、中にあった花粉入の袋、花粉塊の粘着性の足がくっつく、という仕掛けになっている。この足は、根元から収縮する性質を持っており、約三十秒後には昆虫の口吻の先に向かって倒れ込むという「機能」を果たす！そこで、この袋をつけた昆虫が別の花を訪れ、また蜜腺に口吻をつっこむと、その倒れ込んだ先にある花粉袋が、訪れた花の雌しべの先、柱頭をこする、という実に見事な仕掛けになっている。さらに、柱頭は適度の粘着性を持っており、花粉塊でこすられると、それからいくつかの花粉をはぎ取るという、よくできた「機能」を持っている。これによって、他家受粉が達成される。まだ残った花粉は、この昆虫がまた別の花を訪れるたびに、その花に受粉させるのである。この仕組みは、まさに誰か（神）が巧妙に設計してできたように見える。花粉塊は、昆虫が訪れなければ外れないので、自家受粉は起きないのである。

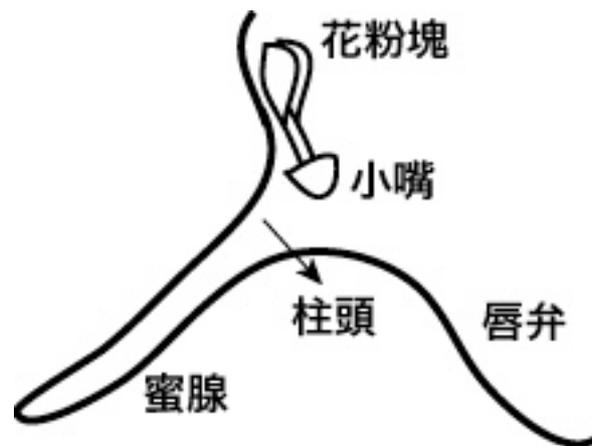


図 ランの花、縦断面

ランの種類が変われば、この仕組みは少しずつ変わり、訪れる昆虫の種類によって花の形も構造も変わることが明らかである。逆に、昆虫の方でも、訪れるランの種類に応じて適切な吻の形が決まってくる。このような仕組みは、すべて、一定の「目的」のために作られた、一定の「機能」を果たすための「デザイン」だと見なされるだろう。

## 花粉の矢を射るラン

ランの中でも最も風変わりなのが、適切な刺激が与えられると花粉塊の付いた矢を射るカタセトゥムという種類である (Darwin 1862, ch. 6, 1877, ch. 7)。このランは、オスの株、メスの株、そして雌雄同体の株と三種類に分かれる点でも特異だが、もっと驚くべき構造と「機能」を持つのはオスの花である。この花も、他のランと同様、訪れた昆虫が着地するための大きな唇弁を持つが、その上に向けて「アンテナ」が垂れ下がり、昆虫がそれに触れると、その刺激によって、花粉を収納して花の上部に格納されていた足つきの花粉塊が矢のように放たれて、粘着性の足が昆虫の体に付着する。そして、その昆虫が別のメスの花を訪れたときに唇弁の上で同じような体勢をとると、花粉塊が雌花の柱頭に触れて受粉させる、という仕掛けになっているのだ。ランの花は、基本的に同じような構造、同じような器官の組み合わせからなるのだが、同一の器官でも、花の種類によって使われる「機能」が異なるように進化している。カタセトゥムの「アンテナ」は、実は先に紹介した「小嘴」という器官が変形してきたものである。そこで、ダーウィンは、「このように、自然界を通じて言えることだが、あらかじめ備わっていた構造や能力が、新しい目的のために利用されているのである」(Darwin 1877, 180) と指摘する。

## 少しずつの違いでつながる多様な器官

ダーウィンの本では多種多様なランの花が扱われているのだが、そういった詳細はバツサリと省いて、ダーウィンの議論の本質に早く迫ることにしよう。最終章では、それまでの詳細な分析や比較をふまえて、ランの多様で巧妙な仕組みが自然淘汰による進化で説明できるという結論が導かれるところである。いったい、どのような推論によってこの結論が導かれるのだろうか。

ランの花の各々の器官は、種類によって様々に変わるのだが、その違いは少しずつ段階的に変わっていく系列だと見なすことができる、とダーウィンは主張する。それは、唇弁、花粉塊、小嘴など、いずれの器官についても言えることで、花の発生過程や解剖学を知らない者なら、「これは新しい器官で、これまでなかった機能を果たしている」と判断する部分が、実は既存の器官が段階

的に変化してきたものにすぎないのである。例えば、ランの種類によって変化の大きいのは小嘴（われわれは二例だけしか見ていないが）であるが、これは花粉塊にかかわる、したがって雄しべと密接に関係した器官であるにもかかわらず、実は雌しべの柱頭部分に変化してきたものだと考える十分な理由がある、とダーウィンは言う。そのことは、小嘴や柱頭の「機能」をしっかりと押さえたうえで、例えば若い花芽の発生過程を詳細に調べてみればわかる、というわけで、細かい解剖学的所見が展開される（Darwin 1877, 248-50）。まさに、フジツボ研究の「植物版」とでも言える、ダーウィンの面目躍如たる叙述であろう。

花粉をつけた矢を飛ばすカタセトゥムのアンテナは、小嘴の一部であり、これだけ見れば特異な器官のように見えるのだが、多種の花を数多く調べてみれば、それに至る少しずつの変化の過程が見えてくる、とダーウィンは言う。もちろん、現在は存在しない形態が抜けているので、すべてがきれいにつながるわけではない。しかし、「世界中でこれまで存在してきたすべてのランを見ることができたとしたなら、現在見られる連鎖系列の欠けた部分をすべて見ることができたはずで、失われた連鎖のギャップは、容易に移行できる系列によって埋めてしまうことができたはずである」（Darwin 1877, 257）、とダーウィンは自信満々ののだ。この主張は、根拠のない大言壮語ではなく、ライエル流の方法論、「現在働いている原因をつぶさに調べ、同じ原因の働きを過去にも遡って拡張することで、過去の変化を推論する」ことを適用した結論である。過去のヒントは、発生過程にも残されている、というわけだ。同じような記述と推論が、花粉塊やその付属器官、あるいは蜜腺などについても繰り返される。われわれはそれをいちいち追跡する必要はないが、ダーウィンがここでも「分岐の原理」を念頭に置いた議論をしていることは確認しておかなければならない。これは、凡庸な研究者が見逃しやすいところなので、強調しておきたい。その証拠は、次の引用文である。

・・・少しずつの移行を完全にするためには、このグループの共通の祖先に遡る、多くの系統の線上でかつて存在した絶滅種を甦らさなければならぬだろう。それらが欠けており、したがって系列上で大きなギャップが生じているがゆえに、われわれは現存種を属、科、族のような定義可能なグループに分類できるのである。もし絶滅がなかったとしたならば、そ

れぞれ特別な発達を示す大きな線または枝がまだ見られたことであろう。  
(Darwin 1877, 262)

「分岐の原理」という名前は出てこないが、この議論は、前章で詳しく解説したばかりだから、何が前提されているかは明らかだろう。ダーウィンは、ランの大きなグループごとに章を分けて、それぞれのグループの特殊性を詳細に分析してきたのだが、おそらくダーウィンが執筆中に感じてきた大きな動機の一つは、ランの系統樹を描いてみることではなかつただろうか。ランの起源は、かつて考えられていたよりも相当古いらしいが、いずれにせよ多くの植物が占めていた自然界の「場所」の間に新たな場所を発掘しながら進化してきたに違いないのである。

### 神のデザインは必要なし

いずれにせよ、このようにして「少しずつの移行段階」が推論できれば、後は自然淘汰の原理の出番となる。一気に跳躍で「デザイン」を生み出すことは不可能だが、少しずつの移行なら、適応曲線に導かれて自然淘汰が成し遂げてくれる。これは因果的な過程であって、目的論がはいる余地はない。首の長い変種が生き延びたからキリンの首は長くなったのであり、神が高い枝の葉を食べられるように配慮しデザインしたから首が長いのではない。まったく同様に、カタセトゥムのアンテナや花粉の矢は、カタセトゥムという種の保存を配慮して神がデザインしたわけではなく、祖先種が手持ちの変異を材料として生き延びてきた過程で、与えられた環境、自然の経済の中での場所に相対的に適応してきたから、「あたかもデザインされたかのように」見事なできばえの仕組みとなったのである。神がデザインしたのなら、各器官の構造や機能は固定されていそうなものだが、ランの種類によって、いくつかの器官は大きく変えられ、もともとの機能とはまったく違う機能を果たすようにさえなっている。この点をダーウィンは結論部分ではっきりと指摘し、注意を促している。

・・・あれやこれやの部分がある特別な目的のために適応していると言われるとき、その部分がいつも初めからその目的のためだけに作られたと考えてはならない。絶えず起こってきたのは、もともとある目的のために使われ

てきた部分が、ゆっくりとした変化によって、大きく異なる他の目的のために適応させられてきたということである。(Darwin 1877, 282)

そのように考えないと説明できない多くの具体的な事例を、ダーウィンはランの多くの種類を調べて積み上げてきたのである。そして、このような変化と新たな適応の達成を成し遂げるメカニズムは、自然淘汰しかない。この理屈がわかってしまえば、後は、「機能」「デザイン」「目的」といった言葉を、換骨奪胎して自然淘汰説の中で、目的論の含意を取り除いて、使うことができる。

しかし、ダーウィンのこの路線に対しては、ダーウィンの支持者も含め多くの人たちが頑強に抵抗した。その一つの典型がハーヴァードの植物学者、エーサ・グレイである。彼は北米でダーウィニズムを代弁してくれた支持者の一人である。しかし、自然淘汰を支持しつつも、彼は花と昆虫との共進化は創造主の配慮によるという考えを放棄できず、自然淘汰にかかる「好都合な変異」を通じて神の配慮が働き、自然淘汰と神のデザインとを両立させるという折衷案を追究したのである。道徳性の進化を論じるときに詳しく触れるが、ライエルもこのような折衷案に飛びついて、とくに人間の進化については、神の配慮や人間の特別な尊厳性を守ろうと苦慮したのである。ダーウィンにしてみれば、このような折衷は不要であるばかりか、生物学から自分が苦勞して放逐したはずの目的論をまた助け起こすようなものである。リチャード・ドーキンスの著書『ブラインド・ウォッチメイカー』のタイトルにあるように、自然淘汰による「創造」や「デザイン」は、盲目的に働いてなおかつ「あたかも前もって見通したかのような」見事な適応を結果としてもたらすところに値打ちがある。見かけはランの花ほど派手でなくとも、フィンチのクチバシの適応も同じメカニズムによるのである。こちらは、各種のペンチやクルミ割り器になぞらえられるような「デザイン」を示しているが、やはり盲目的な淘汰によって作り出されている。しかも、「ペンチ」の役割だったはずのクチバシが、条件次第では細長く変形して、植物に穴をうがつ「キリ」のような役割に変わるかもしれない。何度も述べるように、それが可能になるのは、自然淘汰が（因果過程を通じて）形質を適応のピークに向かわせるからである。

エーサ・グレイのような折衷案は、おそらく「変異」と「淘汰」のプロセス

を混同したために出てきたものであろう。これに対しては、ダーウィンは一八六八年によく完成した『飼育栽培下の動植物の変異』の終わりの方で、次のような反撃を加えた（わたしの自由な再構成）。

石を思い通りに切るすべのない建築家が、集めてきた様々な形状の石を組み合わせて建物を造ると想像してみよ。アーチを作るにはそれに適した形の石を組み合わせ、窓枠の上には長い石を使い、屋根を葺くにはできるだけ平らな石を集めるだろう。できあがった建物を見て、人々はこの建築家の腕を賛美するにちがいない。しかし、生物の適応を生み出すもとなる変異は、ちょうど、この建築家が材料として使った石のようなものである。「好都合な変異」を神が配慮して作ったという説は、この建築家が造った建物のために、「神があらかじめそれに適したいろいろな形の石を作っておいたのだ」と言うようなものである。こんな説の妥当性を誰が信じるのか？

もちろん、集めた石の中から、「適材適所」で用途によって選ぶのは建築家の仕事で、これが自然淘汰に対応することは明らかであろう。「変異」と「淘汰」はまったく違うレベルに位置していることだけでなく、「変異」に神の配慮を持ち込むことが自然淘汰説にとっていかに不要で的外れであるか、よくわかるはずである。実は、ここでわたしがパラフレーズしたダーウィンのもとの文章は、ジャネット・ブラウンのダーウィン伝記（これは傑作である！）、第二巻第八章で長々と引用されているのだが、ランの話はだいぶ前の第五章で解説されているので、話が分散しすぎて読者は忘れてしまう可能性大である！歴史家が時系列にこだわって記述するとこういう不細工なことになるので、わたしがここでまとめておくのも無駄ではなかろうと考えた次第である。

文献

Darwin, C. (1859) *On the Origin of Species*

Darwin, C. (1862) *The Various Contrivances by Which Orchids are Fertilised by Insects*,  
1<sup>st</sup> ed.

Darwin, C. (1877) *The Various Contrivances by Which Orchids are Fertilised by Insects*,  
2<sup>nd</sup> ed.

Browne, J. (2002) *Darwin: The Power of Place*