

Sayerは英語でのニックネーム。  
本連載では、生物学を中心とする  
自然科学の“研究という場”について考えてゆく。

## 齋藤成也

(さいとう・なるや) 1957年福井県生まれ。  
1979年東京大学理学部生物学科人類学課程卒業、1986年テキサス大学ヒューストン校生物学医学大学院修了(Ph.D.)。1989年東京大学理学部助手、1991年国立遺伝学研究所助教授、2002年同教授。総合研究大学院大学遺伝学専攻、東京大学大学院生物科学専攻教授を兼任。日本学術会議会員。専門分野はゲノム進化、人類進化。

# さようなら、ダーウィニズム

## 生物進化学における 今年の意味

チャールズ・ダーウィンは1809年に誕生した。今年はその生誕200年である。彼はちょうど50歳のときに『種の起原』を発表したので、この名著の刊行から150周年でもある。

しかし、あまり話題にならないが、実は今年、進化学研究にとってとても重要な200周年なのである。ラマルクが『動物哲学』を著して、世界で初めて進化に関する説\*1を発表したのが、1809年なのだ。自然科学の発展にとっては、研究者が誕生した年よりも、研究成果が発表された年が重要なのは、あたりまえである。個人崇拜がすぎるのも気になる。そこで今年、2009年は、誰かが生まれてからではなく、生物進化を説明しようとした初の学説が唱えられてから200年であることを祝いたい。

一方、もっと最近の研究だが、1969年にその題名から耳目を集めた「非ダーウィン進化」という論文が発表された<sup>(1)</sup>。今年はそのそれからちょうど40年経った記念の年でもある。

実はその1年前に、私が現在所属する国立遺伝学研究所で研究をされていた木村資生博士が「分子レベルでの進化速度」という論文<sup>(2)</sup>を発表し、中立進化論\*2が提唱されていた。前述の論文は、アメリカの研究者が少し別の視点から、中立進化が進化のうえで重要であるという内容の研究成果を発表したのである。

## ダーウィンの生きた時代

オーストラリアの北に、チモール海に面したダーウィンという港町がある。存在は昔から知っていたが、この町の名前は、進

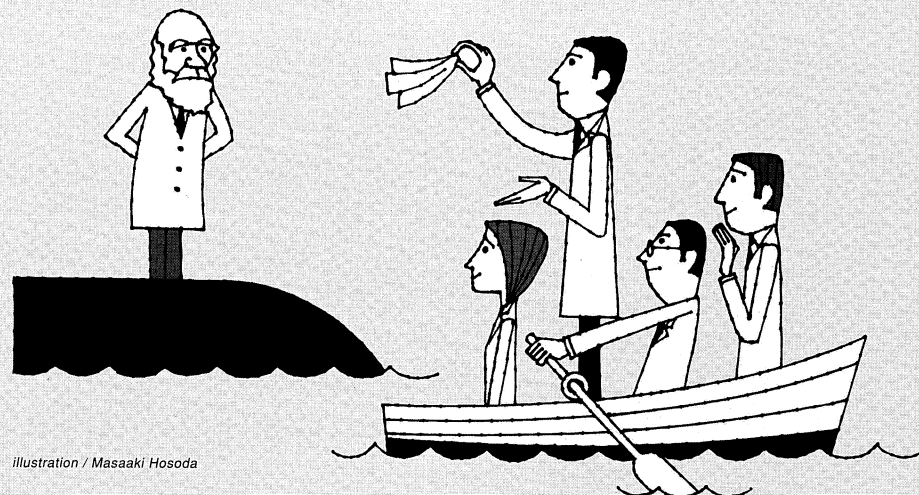


Illustration / Masaaki Hosoda

化論のダーウィンとは偶然の一致なのだろうと思っていた。ところが、最近インターネットでふと調べてみたら、なんとチャールズ・ダーウィン本人を記念して町の名前がつけられたというではないか。命名者は、ダーウィンとともにイギリス海軍のビーグル号で5年間世界を探検した人で、後にこの船の艦長になってから、ダーウィンを偲んでつけたそうだ。

当時のオーストラリアは、18世紀にイギリスの植民地になってからまだ100年も経っていない。19世紀というのは、未知の世界を探索しようという気風が残っていたのである。地球上に航空路が張り巡らせられ、インフルエンザがあつという間に世界中に感染してしまう21世紀の現在から見ると、船でのんびりあちこちを回るといふ旅はうらやましいものだ。

このビーグル号がダーウィンとともに立ち寄ったのは主として南米であり、その西に位置するガラパゴス諸島も含まれていた。ここで見つけた鳥(ダーウィンフィンチ)のくちばしが、鳥ごとに少しずつ異なっ

ていた。しかもその形は、島の環境の違いに対応しているように見えたという話は、多くの皆さんがご存じだろう。

## 言語学と地質学からの 進化論誕生へのヒント

ラマルクやダーウィンの登場するずっと前から、地球上の生物に大きな多様性があることは知られていた。進化の考え方は登場していなかったが、形が似ており、地理的分布も近接する生物種については、時間とともに変化した結果ではないかと考える研究者がちらほら出てきていた。言語でも、日本語とフランス語の関係はなかなか論じることがむずかしいが、日本語のなかの方言の違いは、私たちが知っている歴史の時間内で変化がおきたためだろうと予測できると同じ論理である。

方言の違いがどんどん大きくなってゆくと、いずれはスペイン語とイタリア語という近縁な言語の違いになり、さらにはドイツ語との違いになってゆくだろうという予想が、言語学の分野ですでに確立し

### \*1 ラマルク説

体のなかでよく使う部分は発達し、使わない部分は退化するという用不用説と、親が獲得した性質が子どもに伝わるという獲得形質の遺伝説が中心である。

### \*2 中立進化論

「進化の中立説」とよばれることもある。進化の過程で生き残ってゆく突然変異の大部分は、自然淘汰を受けず遺伝的浮動という偶然の力による中立突然変異だと主張するが、少数ながら正の自然淘汰を受ける突然変異の存在も認められている。

### \*3 自然淘汰説

「自然選択説」とよばれることが多い。進化の過程で生き残ってゆく突然変異のほとんどすべては、これまでの遺伝子よりも生存に有利な突然変異が正の淘汰を受けた結果であると主張する。

### 参考文献

- [1] King J.L. & Jukes T.H.: "Non-Darwinian evolution" Science 164 (1969) 788-798
- [2] Kimura M.: "Evolutionary rate at the molecular level" Nature 217 (1968) 624-626
- [3] 駒井卓: 『遺伝学に基づく生物進化』培風館(1963)
- [4] たとえば、齋藤成也: 『ゲノム進化学入門』共立出版(2007)

ていた。1786年にイギリスのウィリアム・ジョーンズが、ギリシャ語・ラテン語とインドのサンスクリット語が共通の起源をもつことを指摘して以来誕生した比較言語学によって、ヨーロッパからインドにかけて分布している印欧語族が数千年の歴史をもっていることが、ダーウィンの時代にはすでに明らかになりつつあった。

このように、小さな違いも大きな違いも、同じ原理、メカニズムで生じてゆく。異なるのは時間の長さだけだという考え方は、これもダーウィンと同時代に活躍し、彼と親交があった地質学者のチャールズ・ライエルが、地層の変化を説明するのに唱えていた。

すると、言語や地層と同じように、生物についても、比較的短期間で種内の小さな変化が生じるのであれば、十分長い時間があれば大きな多様性が生じるだろうという発想が生まれてくるのは、自然であろう。地球の歴史が、当時知られていた人間の歴史である数千年をはるかに上回る、何億年もの長さであることが、地質学の研究からわかってきていた。進化論誕生の機は熟していたのである。

## 自然淘汰論の盛衰

ダーウィン進化論の中心は、「自然淘汰説」\*3である。この説は、生物集団にいろいろな形質をもつ者がまず存在することを前提とする。このような多様性が生じてきたのは、遺伝子に生じる突然変異によるのだが、当時は不明だったので、とにかく遺伝性の形質があると彼は考えた。形質の多様性を前提にすると、生存に有利な形質をもっている個体が多くなる子孫を生むのに対して、生存に不利な形質をもっている個体はより少ない子孫を生むことが想定される。実際に、後者の場合は現在では「負の淘汰」とよばれており、生物の遺伝子構成を現状

維持するための最大の機構である。ダーウィンが進化メカニズムとして提唱したのは前者の場合(正の淘汰)であるが、現在ではこちらは進化上まれにしか生じないことがわかっている。

メンデルの法則を1900年に再発見した一人であるフーゴー・ド・フリースは、遺伝子が親から子に伝わる時に突然変化するによって生物が進化してゆく「突然変異説」を提唱した。突然変異によって生じた新しい形質は自然淘汰の作用を受け、そのうち大部分のものは生存を続けるのに適しないので消えてゆくが、まれに適応性のあるものが混じっていると、それが生き残って新しい種や変種が生じてゆく。すなわち、進化に材料を供給するのは突然変異であり、自然淘汰はそれが永くとどまるかどうかを選ぶための「ふるい」の役目をはたしているにすぎないと、ド・フリースは主張した。突然変異説は、ダーウィンの自然淘汰説にとって致命傷に近い打撃のようであったという<sup>(3)</sup>。

ところが、遺伝学が発展するにつれて、当時調べることができた肉眼で差を見つかることができる形質(表現型)における突然変異のほとんどすべてが、生存に不利なものであることがわかってきた。このような観察結果は突然変異説に不利にはたらいった。

また、遺伝子頻度の増減を数量的に分析する集団遺伝学理論が1930年代に発展し、ダーウィンが提唱した正の淘汰が急速に遺伝子構成を変化させることができると主張された。当時の理論の大部分は生物の個体数を無限だと近似した仮定にもとづいており、このような、現実とは異なる極度に単純化した状況であれば、たしかにダーウィンの自然淘汰説は正しいように思われた。この考え方は「進化の新総合説」と称されて、1960年代に全盛期を迎えた。

## 中立進化論に負けた ダーウィン進化論

負の淘汰は現状維持のメカニズムとして重要だが、問題はDNAに変化を与える原動力が何かである。進化の新総合説では、正の淘汰が万能だとした。生物進化は遺伝子の変化が根本だから、遺伝子DNAやその情報を受け継いでいるタンパク質の変化を調べたら、正の淘汰によるものかどうかはわかるはずだ。生化学の発達によって、いろいろなタンパク質のアミノ酸配列が1960年代以降に多数の生物で決定されるようになった。1970年代に入ると、塩基配列がどんどん決定されるようになった。これらのデータは、進化の新総合説では説明しにくいものだったのである<sup>(4)</sup>。

そこで登場したのが、「中立進化論」である。現実の生物集団は有限の個体数なので、常に遺伝子頻度が確率的に揺れ動いている。これを遺伝的浮動とよぶ。この場合、正の自然淘汰が存在しなくても、ある突然変異遺伝子が長い進化のなかで生き残ることが可能となる。分子レベルの証拠がたがいつぎと示されたことにより、中立な突然変異のほうが正の自然淘汰を受ける突然変異よりも圧倒的に多数蓄積している、とする中立進化論が支持されるようになっていった。そして現在、この中立進化論は1968年の発表から41年を経て、ゲノム進化の基礎理論として確立している。

進化の新総合説という名のもとに、堅固に守られていたかみえた淘汰万能論は、砂上の楼閣だった。ダーウィンの自然淘汰説は、中立進化論の確立によって、ようやく死に絶えた。そこで、「さようなら、ダーウィニズム」なのである。ただし、チャールズ・ダーウィン本人はすばらしい生物学者であり、透徹した思考の持ち主だった。私は彼を深く尊敬している。