

コラム 突然変異の原因事例としての遺伝子水平転移と遺伝子重複

祖先に無い遺伝的形質を生じさせる変異の出現を突然変異の出現と定義した場合、染色体突然変異や DNA の配列の点変異は、よく知られた存在である（第 I 部 6 章参照）。その他にも、本文では紹介出来なかった突然変異の原因となる現象が知られており、以下に 2 例ほどを紹介してみたい。

■ DNA 塩基配列の水平転移 ■

生物の個体間や他生物種間において DNA の塩基配列の移行が生じる現象を遺伝子の水平転移、もしくは、遺伝子の水平伝播：horizontal gene transfer (HGT) または lateral gene transfer (LGT) と呼んでいる。主に、レトロウイルスが生物種間の DNA 塩基配列の運搬役（ベクター）を担っていることは 1970 年代から知られていたが、近年では、その他のウイルス、トランスポゾン、細菌類、菌類、あるいは、環境中に逸出した DNA 断片そのものがベクターとなっている事例が判ってきた。これらの事例をもって、「網目状進化が存在しており、系統樹を想定したダーウィン進化論が否定された。」とする荒っぽい主張が繰り返し出現する。しかし、真核生物の全ゲノムの中で、水平転移で持ち込まれる DNA 塩基配列はごく微量であり、とても網目状進化とはみなせるものはない。しかし、全ゲノム量の少ない細菌類では、プラスミドやウイルスなどの DNA ベクターの作用によって、DNA 塩基配列の水平転移が普通に見られ、他生物から持ち込まれる DNA 量は全ゲノム量の数%を越える場合もある。このような場合は、網目状進化が成り立ってしまう。例えば、この現象が、生命誕生の初期における進化の系統関係の推定を困難にしている。

微生物から昆虫類への DNA 水平転移の事例として、共生微生物のボルバキアから寄生のアズキゾウムシの X 染色体上へのゲノム水平転移が確認されている。植物では、例えば、トウモロコシ等のイネ科植物の宿主の根に寄生することで、アフリカを中心に農作物の収穫量へ打撃を与えている双子葉植物の寄生植物 ストライガ (*Striga hermonthica*) の核内ゲノムが、単子葉植物の寄主に水平転移していることが確認されている。脊椎動物でも、カルシウム沈着を伴う骨の形成に関わる遺伝子は、水平転移によって生じたと推定されている。また、ワカサギ類の体液の不凍液化に関わる遺伝子の塩基配列は、進化的に全く系統の異なるニシン類から持ち込まれたと推定されているが、これは、卵の受精時にフリーで存在する DNA 断片が水平転移を担ったのではないかとする仮説が提示されている。さらに、ヘビ類からカエル類、もしくは、異なるカエル類の種間において、寄生虫のダニ類、線虫類、および、ヒル類などを介してレトロトランスポゾンが水平転移を生じさせている事例も多数発見されている。

以上のように、まったく系統の異なる生物種間の DNA 塩基配列（ゲノム）の水平転移は頻繁に生じていることが解っており、生物進化における突然変異の大きな要因の一つと見なされている。

■ 遺伝子重複 ■

遺伝子領域を含む DNA、もしくは、染色体のある領域が重複する現象を遺伝子重複：gene duplication、もしくは、染色体重複：chromosomal duplication という。例えば、重複した遺伝子の一方が突然変異を起こして本来の機能を失った場合、もう一方の遺伝子が正常に働いていれば、その変異は保存される。このため、機能を失ったもう一方の遺伝子部位は、急速に変異が蓄積される。このような変異遺伝子部位が何らかの原因で形質発現した場合、進化現象が出現することになる。

ホメオボックスとして知られるホメオティック遺伝子群 Hox genes は、複数が重複しており、ゲノム中に特徴的なクラスターを形成している。ホメオボックスは、動物の発生初期において、組織の前後軸、および、体節構造を決定する遺伝子群として重要であり、遺伝子重複の結果として進化過程で生じたと推定されている。

遺伝子突然変異のその他の事例としては、分子進化の中立説が有名であるが、本文の第 I 部 9 章を参照して欲しい。以上のように、多種多様な要因によって、生物進化を担う突然変異が生じていることが解明されている。