

塩基配列の変化

－DNAの複製時に塩基配列は変化する－

「生物基礎」担当 Osami Nabeta

02タンパク質と遺伝情報⑦

http://blog.goo.ne.jp/bio_ascidian

授業の目的 次のことがわかる。

- (1) DNAの塩基配列は、細胞分裂における複製の際に変化する。
- (2) 変化が修復されずに残ると、次の細胞以降には、変化した塩基配列が受け渡される。
- (3) 塩基配列の変化によって、アミノ酸配列が変化し、タンパク質の機能が変化することもあるが、そのような変化をしない塩基配列の変化もある。
- (4) 体細胞に含まれるDNAの塩基配列の変化は、個体内の特定の組織に広がるだけだが、生殖細胞系列におけるDNAの塩基配列の変化は、次世代（子）の受精卵＝子に受け継がれる。つまり子孫に伝えられることになる。

授業の目標 次の課題について、時間内にクラス全員が解決できるようにする。

課題 次の問い(1)～(4)に答えなさい。

(1) もし、最初に地球上に誕生した単細胞生物が、細胞分裂の際に、DNAの塩基配列を完全に複製できて、全く同じ塩基配列のDNAしか作らなかったとしたら、その後の生物の世界はどうなっていたらだろうか？

(2) DNAの塩基配列の変化はいつ起こるのか？

(3) DNAの塩基配列に変化が起こると、どのようなことが生じるのだろうか？

①塩基配列の変化でアミノ酸配列は変化するか？

②アミノ酸配列の変化でタンパク質は変化するか？

(4) 塩基配列の変化が起こった後、(修復されない場合) どうなるのだろうか？

①体細胞をつくる細胞分裂で起こった後

②生殖細胞や生殖細胞の元の細胞(生殖母細胞)をつくる細胞分裂で起こった後

振り返り この授業で生じた疑問や謎について、書き留めておきましょう。

塩基配列の変化

—DNAの複製時に塩基配列は変化する—

「生物基礎」担当 Osami Nabeta

02タンパク質と遺伝情報⑦

http://blog.goo.ne.jp/bio_ascidian

課題解説の ための資料

(1) もし、最初に地球上に誕生した単細胞生物からずっと、細胞分裂の際に、DNAの塩基配列が完全に複製できて、全く同じ塩基配列のDNAしかできなかったとしたら、その後の生物の世界はどうなっていたらだろうか？

DNAの塩基配列が全く変化しなかったとしたら、最初に誕生した単細胞の生物（原核生物のようなもの）は、ずっとそのままだったはずである。

共通の祖先から、多様な生物が出現したという「進化」という現象は、生物の見た目の特徴だけでなく、各生物のDNAの塩基配列を比較してみても、同様のことがわかる。むしろ、生物の見た目の特徴も、全てDNAの塩基配列によって生じているのだが、生物間で比較すると、共通の塩基配列や共通のタンパク質をもちながらも、それぞれに塩基配列やタンパク質の違い、多様さを生じているのは、当然でもある。つまり、DNAの塩基配列は、生物毎に多様である。

(2) DNAの塩基配列の変化はいつ起こるのか？

DNAの塩基配列の変化は、DNAの二本鎖がほどけて複製するとき、つまり細胞分裂のときに起こる。DNAの塩基配列の変化は、比較的多く起こるが、その大部分は「DNAの塩基配列を修復する機能」によって、元の状態に戻される。それでも実際には、一定の割合で、塩基配列の変化が残り、次の細胞へと受け渡されていく。

(3) DNAの塩基配列に変化が起こると、どのようなことが生じるのだろうか？

①塩基配列の変化でアミノ酸配列は変化するか？

・塩基が置き換わる一コドン表をみると、コドンの3番目の塩基が変化しても、アミノ酸はあまり変わらない。塩基が置き換えられても、そこだけの変化でとどまる。

・塩基が抜ける／入り込む一塩基が1つ抜けただけでも、トリプレット（3つずつの塩基の読み取り）がズれる。これを「フレームシフト」というが、フレームシフトが起こると、塩基が抜けた場所以降のアミノ酸は、ほとんど変化してしまう。塩基が1つ入り込んで同様である。フレームシフトは、アミノ酸配列に大きな影響を与える。

②アミノ酸配列の変化でタンパク質は変化するか？

タンパク質は形が重要である。アミノ酸が1つ変化しただけでも形が変わってしまい、機能が変化することもある。しかし、アミノ酸が変化しても、似た性質のアミノ酸だったりすると、形も機能もあまり変わらないこともある。アミノ酸の配列の変化がすぐにタンパク質の変化になるとは限らない。

塩基が置き換わって、タンパク質が大きく変化する可能性は、それほど高くない。しかし、フレームシフトが起こると、タンパク質の形や機能は大きく変化する可能性がある。

(4) 塩基配列の変化が起こった後、（修復されない場合）どうなるのだろうか？

動物の場合、自分の生命のスタートとなる受精卵が細胞分裂し、ある程度の数の細胞になった段階で、将来、精子や卵になる細胞（生殖細胞系列）と、身体を構成する細胞（体細胞系列）に分けられる。分けられる前に塩基配列の変化が起こった場合は、両方共に影響を受けるが、生殖細胞系列と体細胞系列が分かれた後で塩基配列に変化が起こった場合、その影響には違いがある。

①体細胞の場合

体細胞分裂が頻繁に起こる、皮膚や粘膜・骨髄などで生じたDNAの塩基配列の変化は、それ以降の細胞に受け継がれていく。しかし、それは自分の身体の細胞の中に、塩基配列の違うものが生じ、機能が正常にはたらない細胞やがん化した細胞になることはあるが、それらの細胞の塩基配列の変化は、次の世代、つまり子に伝えられることはない。

②生殖細胞の場合

もともになる細胞（始原生殖細胞）で精子や卵が作られるまでの細胞分裂で、DNAの塩基配列に変化を生じた場合、精子や卵に含まれるDNAの塩基配列が変化することになる。これらは、その精子や卵をもつ個体には影響を与えないが、いずれも次世代を生じるために必要な細胞であるため、その塩基配列を次世代が受け継ぐことになる。

精子や卵のDNAは、受精卵のDNAの半数となって、子の身体や生殖細胞が形成される細胞分裂で、常に複製して分配されていくので、子の体細胞はすべてその変化した塩基配列のDNAを含むし、子の生殖細胞にも受け継がれるため、孫以降の世代にも受け継がれる可能性は大きい。

この変化によって「進化」が起こる。この塩基配列の変化が「進化」の原動力になる、