

セントラルドグマ

講師

平山 大

今回学ぶこと

遺伝子は「タンパク質の設計図」でした。では、どのようにしてDNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に変わるのでしょうか？実は、その過程は、すべての生物に共通する普遍的なもので、「セントラルドグマ」と呼ばれています。今回は、この「セントラルドグマ」について学習していきましょう。

調べておこう、覚えておこう

セントラルドグマ, RNA(リボ核酸), リボソーム,
mRNA(メッセンジャーRNA), リボース, ウラシル
転写, 翻訳, コドン, tRNA(トランスファーRNA)

セントラルドグマ

すべての生物は、基本的にDNAを遺伝物質として利用している。DNAの塩基配列の一部が遺伝子としての情報をもつ。遺伝子は、「タンパク質の設計図」と言われ、DNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列を指定している。つまり、どのアミノ酸をどのような順番でつなぎ合わせるかが記されている。生物はたくさんの遺伝子を持ち、必要なときに必要なものが働くが、このとき、まずDNAの塩基配列がmRNA(メッセンジャーRNA、伝令RNA)の塩基配列に写し取られる。この過程を「転写」といい、核内で行われる。次に、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に置き換えられる。この過程を「翻訳」といい、細胞質基質にあるリボソームで行われる。この一連のDNA→RNA→タンパク質という過程は、すべての生物に共通するものであり、「セントラルドグマ」と呼ばれる。

DNA と RNA

DNA (デオキシリボ核酸) も RNA (リボ核酸) も核酸の一種である。この2種類の核酸を比較すると、幾つかの違いがある。どちらもヌクレオチドがつながった鎖 (ポリヌクレオチド鎖という) からなる。DNAは、二本のポリヌクレオチド鎖が塩基間で結合して二重らせん構造をとっている。これに対して、RNAは一本のヌクレオチド鎖である。また、鎖の基本単位となっているヌクレオチドにも違いがある。まず、ヌクレオチドを構成する五炭糖が、DNAではデオキシリボースであるのに対して、RNAではリボースとなっている。さらに塩基が、DNAではA、T、G、Cの4種類に対して、RNAではA、U、G、CとT(チミン)の代わりにU(ウラシル)が利用されている。RNAには、mRNAやtRNA(トランスファーRNA、運搬RNA)などが知られる。

転写と翻訳

DNAは、塩基配列の端から端まですべてが遺伝子としての情報ではない。細胞の中ではたらく多種のタンパク質の遺伝子は、それぞれDNAの塩基配列の中に断片的に存在している。細菌の場合、1つの遺伝子の塩基配列は、平均1,000塩基程度といわれる(ヒトの場合は、平均約3.4万塩基といわれる)。これらの遺伝子をはたらくとき、まず二本鎖のDNAが部分的にほどけ、どちらか一方の鎖だけを鋳型として相補的な塩基を持つヌクレオチドがつながれていく。このとき作られる一本のポリヌクレオチド鎖をmRNAという。次に、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に置き換えられる。この翻訳の過程では、塩基の並びをアミノ酸の並びに換えることになる。このため、「塩基の並びがアミノ酸をどのように指定しているか?」、暗号の解読のようなことが必要となる。塩基の並び方を考えると、2個の塩基の並び方(例えば、AAやAGなど)の組み合わせは16通り、3個の塩基の並び方(例えば、AAAやAAGなど)の組み合わせは64通りある。タンパク質を構成するアミノ酸の種類が20種類であることを考えれば、この20種類を指定するためには、3個の塩基の並びでないとすべてを指定することはできない。実際に、アミノ酸は3個の塩基の並び(これを**コドン**という)によって指定されている。ニーレンバーグやコラーナという研究者によって、遺伝暗号の解読がなされ、64個のコドンがどのようなアミノ酸を指定するかが明らかにされている。コドンの中には、翻訳の「開始」や「終止」を指定するものもある。

細胞質基質中には、アミノ酸を運搬するtRNAが多数存在している。tRNAには、mRNAのコドンに相補的な配列があり、その配列の違いにより運搬するアミノ酸の種類が異なる。「タンパク質の合成工場」として働くリボソームに結合したmRNAには、tRNAがアミノ酸を運んで近づいてくる。コドンと相補的な配列をもつtRNAがmRNAにやってくるとmRNAのコドンと結合していく。そして、そのtRNAが運んできたアミノ酸をリボソームが次から次へとつなげていく。こうして、mRNAの塩基配列を基に、アミノ酸がつながったタンパク質が作られる。