

生物界で最小のゲノムを発見

2006年10月13日、文部科学省においてプレスリリース

カルソネラはどのような細菌ですか。

中鉢：カルソネラは「キジラミ」の共生細菌で、キジラミ^{たいこう}体腔内の特殊な細胞(菌細胞)の細胞質内だけに存在します。大腸菌などに近縁で、腸内細菌が起源とされますが、2億年ほど前に宿主細胞内に侵入した後は、キジラミの親から子へと感染し、共生を続けてきたと考えられています。

今回の発見のポイントは何か。

中鉢：一般に真核生物の細胞内のみを生活圏とする共生細菌や寄生細菌は、宿主細胞に依存することで不要となった遺伝子を失い、そのゲノムは縮小する傾向があります。ただし、さまざまな系統の細菌ゲノムの解析が進んだにもかかわらず、いずれも50万塩基対程度が最小で、生物のゲノムはこれ以上小さくすることができないと考えられてきました。ところがカルソネラのゲノムサイズは16万塩基対とその1/3程度で、これまでの常識を覆すものでした。宿主昆虫が補償できない、細菌に特異的なプロセスにかかわる遺伝子も含め、あまりに多くの遺伝子を失っているために、宿主の核へ遺伝子が転移している可能性すら考えられます。

解析方法について教えてください。

服部：カルソネラ以外の共生微生物を持たないキジラミ「*Pachypsylla venusta*」を用いました。このキジラミはエノキの仲間の葉柄に虫こぶをつくるので、そこから虫を採集し、解剖してカルソネラが共生する菌細胞を集めました。この菌細胞が含んでいるゲノムを特殊な酵素を用いて増幅した後、全ゲノムを数千塩基対の断片に切断して解析する全ゲノムショットガンシーケンス法で、カルソネラの全ゲノム塩基配列を決定しました。

塩基配列を決定して、どんなことが分かったのですか。

服部：タンパク質をコードしている遺伝子は182しかなく、生命維持に必須と思われる遺伝子の多くが存在していませんでした。遺伝子の数を極端に減らすだけでなく、遺

当研究所は北里大学、放送大学、米国アリゾナ大学と共同で、半翅目昆虫「キジラミ」に共生する細菌「カルソネラ」のゲノムが、生物界のゲノムで最小となる16万塩基対しかないと発見した。これまで最小とされていたプフネラ(アブラムシ共生細菌)のゲノムの約1/3の大きさだ。今回、発見したゲノムは、ただ単に遺伝子数が少ないだけでなく、遺伝子の長さが短く、さらに遺伝子同士がオーバーラップしているなど、これまで知られていなかった極限まで切り詰められた特殊な構造を持つことが分かった。この発見について、中央研究所工藤環境分子生物学研究室の中鉢^{なかばち} 客員研究員、ゲノム科学総合研究センターゲノム基盤施設シーケンス技術チームの服部正平 客員主幹研究員に聞いた。

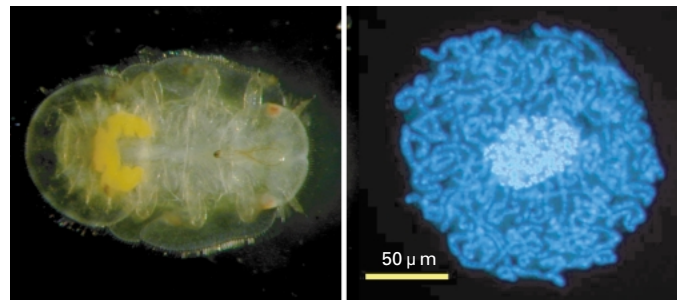


図 キジラミの幼虫(左)と、キジラミから取り出した菌細胞(右)

伝子自体を短くし、また遺伝子同士をオーバーラップさせることで、極限までゲノムサイズを小さくしていることが分かりました。

今後、この研究はどのように展開していくのでしょうか。

中鉢：まずはキジラミ核ゲノムへの遺伝子転移の可能性を詳細に調べなければなりません。“ミトコンドリアや葉緑体といったオルガネラは、20億年ほど前に原始真核細胞に侵入した細菌の末裔^{まつえい}である”とする「細胞内共生説」が現在、広く受け入れられています。これらオルガネラが独自に持つゲノムでは、サイズは縮小し、大部分の遺伝子は宿主の核ゲノムに移行しています。もしキジラミの系で遺伝子転移が確認できれば、細菌のオルガネラ化メカニズムの理解が飛躍的に進むと期待されます。

逆に転移が起きていないのなら、これまで必須とされていた遺伝子がなくても生命維持に支障がないことを示すことになり、細胞生物が生命を維持するために必要な「最小遺伝子セット」の概念に大きな変更を迫ることになるでしょう。これは生命を一から人工的に作り出そうとする研究「synthetic genomics」に大きく貢献するものです。 **R**

※本成果は米国の科学雑誌『Science』(10月13日号)に掲載され、朝日新聞(10/13)などに取り上げられた。