

バイオインフォマティクスによる微生物学・進化学の研究
Research for microbiology and evolutionary study with bioinformatics

京都大学 化学研究所 化学生命科学研究領域 木島 壮一郎

研究成果概要

Nucleocytoplasmic large DNA virus (NCLDV)は、その名が示す通り巨大なウイルスである。その大きさゆえに、NCLDV はウイルス粒子内部に多くの遺伝物質(遺伝子)を格納することができる。こうした遺伝子の中には、他のウイルスでは見られない遺伝子も見出される。そして、こうした NCLDV 固有の遺伝子は、他のウイルスでは見られない NCLDV 特有のウイルス-宿主間相互作用を示唆している。

我々は、NCLDV の環境メタゲノムからミオシン遺伝子を発見した。環境メタゲノムとは、海水などの環境サンプルから得られた微生物由来の DNA から、次世代シーケンサーにより得たゲノムデータである。単離された生物から得られたゲノムデータではないため、生物種を特定するためには生物種記載済みのリファレンス配列とともに系統樹を作成して系統位置を調べる必要がある。

はじめに、どの科の NCLDV がミオシンをコードしているかを調べるために、NCLDV の DNA ポリメラーゼ ファミリーB (PolB)の系統樹を作成した。この系統樹において、ミオシンを持つ NCLDV はミミビリダエ科のクレードに幅広く多系統に分布していた。このことから、ミオシンを持つ NCLDV はミミビリダエ科であり、NCLDV のミオシンは複数回独立に水平伝播により獲得されたものであると考えられた。

次に、NCLDV がどの生物からミオシンを獲得したかを調べるために、幅広い生物種のミオシンと NCLDV のミオシンからなる系統樹を作成した。この系統樹によると、NCLDV のミオシンはストラメノパイルから伝播したことが分かった。さらに、この系統樹において、NCLDV のミオシンは単系統であった。これは、PolB の系統樹においてミオシンを持つ NCLDV が多系統であることに反するように思われた。

PolB の系統とミオシン遺伝子の系統の相違を明らかにするために、NCLDV のミオシンの系統樹と、ミオシンを持つ NCLDV の PolB の系統樹のトポロジーを比較した。これら二つの系統樹のトポロジーが大きく異なることが明らかになり、次の進化シナリオの着想を得た。ミミビリダエの祖先が、宿主であるストラメノパイルに属する真核微生物からミオシン遺伝子を水平伝播で獲得した。そして、その獲得されたミオシン遺伝子は子孫ウイルスへと垂直伝播していくとともに、ウイルス間の遺伝子水平伝播により系統的に離れた他のミミビリダエにも伝播していった。最後に、NCLDV のミオシンの、宿主の生体内での役割を推定するための解析を行った。ミオシンを持つミミビリダエは、ミオシンを持たないミミビリダエと比べて、キネシンを持つものの割合が有意に高いことが明らかになった。キネシンは微小管上を細胞の外側に向かって物質を輸送するタンパク質である。一方、非筋細胞のミオシンの一部は、アクチンに沿って物質輸送を

行う。微小管は細胞の核周辺から細胞の外側に向かって伸びており、アクチンは細胞周縁部に分布していることから、次のような仮説を立てた。核周辺で組み立てられた NCLDV 粒子はキネシンによって微小管に沿って細胞周縁部付近まで輸送される。次に、ミオシンによってアクチン上を輸送されることにより細胞膜直下まで運ばれ、最後に、NCLDV 粒子は細胞外へと放出される。