

体を生じさせた。

F₄までの追跡調査によって、AFLP 地図の解像力は 0.025 cM となった。4000 以上の F₂染色体において AFLP マーカーとして用いた Bpm 16 は *mlo* と遺伝的に連鎖して分離した。Bpm 16 の増幅

Mlo 遺伝子と *mlo-3* 遺伝子のヌクレオチド配列を比較したところ、たった 2 塩基対の欠失で異なっていることがわかった。

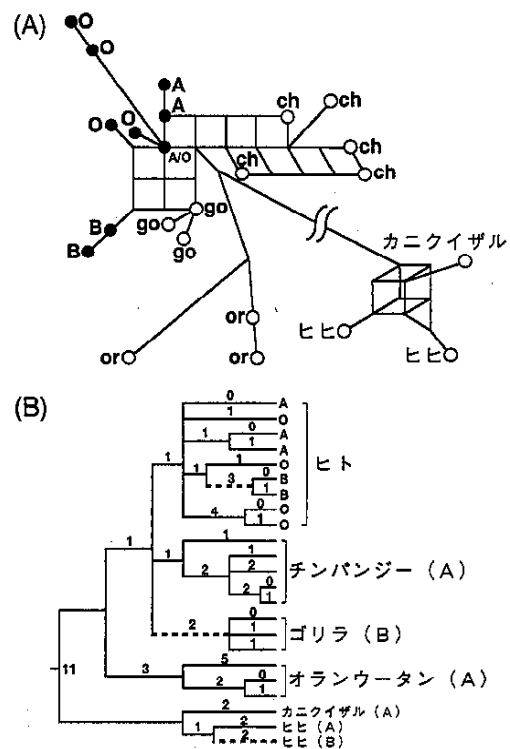
(山口 彦之, 駒澤大学 短期大学)

ABO 式血液型遺伝子の系統ネットワーク解析

生物進化の根本は、遺伝子が自己複製をして子孫に受け継がれてゆくあいだに、突然変異を蓄積して変化することである。これによって生じるパターンを「遺伝子の系統樹」と呼ぶ。系統樹という、生物種の系統関係を頭に浮かべる人が多いと思うが、実は遺伝子の自己複製を直接反映する遺伝子の系統樹のほうが基本なのである。ゲノムの中のそれぞれの遺伝子がすべてこのような系統関係の履歴を有している。現在ではおびただしい数の塩基配列が多数の生物ですでにわかっており、これらを比較することによって遺伝子の系統樹が復元されている。

ヒトのように巨大なゲノムをもつ生物は、長大な染色体を有していることが多いので、染色体の中にずらりと並んでいる遺伝子はひんぱんに組換えや遺伝子変換を行なって新しいハプロタイプ（同じ染色体上に並んでいる遺伝子のつらなり）が生成される。すると、一つ一つの相同な塩基ポジションについては、自己複製の履歴を反映した系統関係が常に存在するが、それらを並べた塩基配列が一つのまとまりとして子孫に伝わるとは必ずしも言えなくなる。この場合には、系統樹の概念を拡張した系統ネットワークを作成してることが有用である。ABO 式血液型遺伝子の進化に系統ネットワークを応用した例を紹介しよう。

ABO 式血液型の遺伝子は、糖鎖に糖をくっつけ



(A) 霊長類の ABO 式血液型遺伝子の系統ネットワーク。黒丸はヒト、白丸はヒト以外の遺伝子を表す。ch: チンパンジー, go: ゴリラ, or: オランウータン。ヒヒはヒト以外の霊長類を示す。(B) 上記の系統樹解析。図中の数字は、それぞれの進化の枝で生じた塩基置換数を表している (Saitou and Yamamoto [1997] より)。

る「糖転移酵素」をコードしている。A 対立遺伝子をもつ人は、からだの中の多数の細胞表面に特有の糖鎖 (A 型物質) をもち、B 対立遺伝子をもつ人はそれと少し異なる B 型物質をもつ。一方、O 型の人には酵素活性がないために、A 型物質や B 型物質の前駆体である H 型物質をもつ。1990 年に山本文一郎氏と箱守仙一郎氏らのグループが、ヒトの A, B, O 各対立遺伝子の DNA 塩基配列を決定した。またヒト以外の霊長類でも ABO 式血液型遺伝子座の塩基配列がすでにいくつか発表されている。

図(A)は、これら霊長類のデータから作成した遺伝子の系統ネットワークである。全体としては無根系統樹に似ているが、正方形がつながったり立方体が現れているのは系統樹にない特徴である。これは、複数の塩基サイトが互いに矛盾する系統関係を支持する場合に生じる。たとえば、ゴリラ (すべて B 型) とヒトの B 型には、他の塩基配列と共通に異なっているサイトがあるが、それらは別の塩基サイトでヒトの ABO 式血液型の遺伝子すべてが共通にもっている塩基の分布パターンと矛盾する。このようなことから、「田」の字のネットワーク構造が生

じるのである。

この系統ネットワークには、多数の系統樹が含まれている。その中で、最も確からしいと思われる系統樹を抜き出したものが図(B)である。この系統樹を仮定すると、ヒト、ゴリラ、ヒヒで見つかった B 型対立遺伝子は、それぞれ独立に A 型対立遺伝子から生じたことが予想される (図の破線)。つまり、ヒト、類人猿、旧世界猿の共通祖先では、ABO 式血液型の共通祖先遺伝子は、A 対立遺伝子タイプであったと考えられる。もっとも、オランウータンにも B 型が存在するし、テナガザルにも A 型と B 型が存在する。またニホンザルも大部分の個体は B 型である。このようにあちこちの種で A 型と B 型が存在していると、祖先型が A 型か B 型かはつきりしなくなる。A 型と B 型の対立遺伝子の共存が霊長類のいろいろな種でみられることは不思議である。この遺伝子がなぜこのような変異パターンを示すのか、まだよくわかっていないが、バクテリアやウイルスなどの感染を防ぐのに、ある程度の効果があるのではないかと考えられている。

(斎藤 成也, 国立遺伝学研究所 進化遺伝研究部門)

生物の科学 遺伝

バックナンバーのご案内
52 巻 2 月号 定価 1155 円

今月の解説

警告シグナルの進化……………東 正彦
トピックス

ウランなどの核燃料物質を濃縮する微生物
……………坂口孝司
水俣病の魚フェンスの撤去……………滝澤行雄

●特集・ミトコンドリア●

河野重行 企画

ミトコンドリア研究のパラダイム……………河野重行
ミトコンドリア細胞内共生過程の謎
—どうやって核へ遺伝子に移したか?—門脇光一
ミトコンドリアはどうやって増えるのか?—伊藤竜一
ミトコンドリア DNA にみられる母性遺伝の不思議
……………金田秀貴・米川博通
ヒトの老化とミトコンドリア DNA ……………田中雅嗣
ミトコンドリア DNA でみる日本人の起源…宝来 聡
ミトコンドリア DNA でみるブナ林の歴史…小池孝良