

大腸菌の分化とその競争実験系でのダイナミクス

能町 亘、柏木 明子、金谷 忠、四方 哲也（大阪大学、工、応用生物）

地球上には多種多様な生物が存在している。これらの生物はどのように現われ、生き残ってきたのだろうか。ある種から別の種が現われるプロセスは自然界では大変複雑で理解するのは困難である。そこで、我々は、実験室で単純化した系を作り、観察することによってこのプロセスを理解しようと試みている。このプロセスは、元のものとは少し異なった近縁種が現われることによって始まる。そこで、簡単な近縁種のモデルとして、一遺伝子の配列だけが少し異なり、他の性質は同じである大腸菌を用い、一様な環境として連続培養を用いる系を考えた。そして、一遺伝子の配列が異なるために異なった比増殖速度を持つ二種類の大腸菌（H株とW株）を様々な混合比から培養を始めるという競争実験を行った。そうすると、広い範囲の混合比から始めても、最終的にはある一定の存在比で共存した。さらに、H株とW株のうち一方だけを先に培養し、もう一方を後で混ぜるという実験を行うと、二種類のうちどちらから始めてもこの共存点に収束するどころか、後から入れた方が元の集団に侵入、定着することさえしなかった。もし、集団内に相互関係が全く無いのであれば、どの種が集団の中で繁栄するかは、それぞれの種が持つ増殖速度によって決まる。しかし、以上の観察された結果ではそう単純ではなかった。そこで我々は、上でみられた結果に関して次のように考えた。大腸菌を集団全体で同じであると考えのではなく、一匹、一匹は違うものであり、一匹、一匹それぞれが相互作用をし、その結果集団として様々な状態をとり、その集団としての状態の変化というものが近縁種の共存、侵入などに大きく影響しているのではないかと考えた。

そこで今回の実験では、内部に複雑なものを持つものが増殖するに従って相互関係を持ち、それぞれが集団内で違った状態をとるものに別れていくことを大腸菌を用いた系で観察することを目的とした。

我々は、表現形の一つであるコロニーの形態に着目した。実際には、特徴的なコロニー形態を持つ大腸菌（H株）を一匹から増殖させ、それを次々と植え継ぎ、コロニー形態の変化を観察した。そうすると最初この菌がとっていたコロニーの形態（Aタイプ）とは違ったコロニーの形態（Bタイプ）をとるものが現われるという大腸菌の状態の分化が見られた。また、このBタイプを一匹にして同様の実験を行うと元のAタイプをとるものが現われた。このことから、Bタイプが、Aタイプの遺伝的変異体でないことが推測され、遺伝的には同じである生物が様々な状態をとることが示された。また、H株とW株の競争実験においても、A、B両タイプが見られ、HとWの共存比が変動するときはA、B比も変動していた。これらのことにより、遺伝的変異以外のものがH、W共存系の内部に存在しているのではないかと考えられた。

これからは、さらに、同じ遺伝子を持った生物が異なった表現形を持つこと、またそれが生物の進化と何らかの関係があるのかということを探ってみたいと思っている。

再帰性とDNA

四方哲也（大阪大学工学部応用生物工学科）

生物は増殖する。増殖していると我々が認識するには対象が他の空間から区別されるいることが要求される。また、ここで言う増殖とはある有機物集合体の数の増加をさすので、ある単位（通常、細胞とか個体とか）があることになる。さらに”粗い”再帰性を要求する。たとえば、卵の生化学状態はその親が卵であった時の生化学状態と完全に同じではないが似ている。卵→イモ虫→蝶と細胞が増えてもイモ虫は蝶の親ではない。むしろ、再帰性を満たす単位を一つの昆虫としている。我々はこのような再帰性を満たし増加をするものを生物と呼んでいるのかもしれない。

このような再帰性はどこからきたのであろうか。生物の個体中でのN種類の生化学物質の量を考える。ある個体の成長に沿ってN次元空間の軌道を描いたとき、非線形反応に特徴的な複雑なパターンを我々はみるはずである。子供が親から分かれるときにこの軌道がうまく元に戻ってくるのはなかなか難しいように思える。

ここでDNAとの関係がでてくる。生物が生まれる前の化学進化の時代を考えよう。化学反応ネットワークを含む膜系が内部の反応による浸透圧等で分裂していたとする。ほとんどの膜系はその内部の化学組成の再帰性をたもたれずに、各分裂ごとに変遷していただろう。今でもそのようにただ変化しながら増えている膜系があってもよい。一方、粗い再帰性のある軌道に落ちたものは速く増えるとは限らないが増え続けやすいだろう。さて、分裂はいつも同じように行くとは限らない。よって完全な再帰性は不可能である。そのような系ではいくつかの物質の量をデジタル化することでしか粗い再帰性を維持することはできなかったと思われる。具体的には、生物は化学反応ネットワークの中でいくつかの主要な触媒を連結してDNAまたはRNAをつくったと考えられる（多くの遺伝子はアミノ酸からタンパク質を作る触媒である）。こうすれば、親と子がいいかげんに分裂するときに各触媒の量の揺らぎに悩まされない。複雑な反応をしながら、かつ、再帰性をみだして増える対象をみると、DNAのように触媒を一組にして次の世代にわたせる高分子をかならず持つのではなかろうか。以上はDNAが情報を持ったためにより速く増える事ができるようになり進化したという話とは少し違う。むしろ増え”続ける”ためにはDNAの様なものが必要であると考えている。我々が複雑な反応をしながら増殖し続けるものを生物としている限り、それがDNAの様なものを持っているのは当たり前なのかもしれない。