

「遺伝学」練習問題解答 6 章

- 1 ルリアの彷徨試験の目的は、細菌とファージを用いて、細菌にファージ抵抗性の自然突然変異が起こるか否かを明らかにすることであった。自然突然変異が起こることを証明できれば、細菌やファージは遺伝解析のためのきわめて優れた材料となる。このことを証明するには、細菌のファージ抵抗性が、ファージとの接触以前に無差別に起こることを示せばよい。そこでルリアは、細菌培養として小培養と大培養（バッチ培養）の2種類を用意し、大培養から小分けにした場合にはほぼ均一な頻度でファージ抵抗性コロニーが出現すること、一方、小培養では培養ごとにファージ抵抗性コロニーの出現頻度がばらつくことを見いだした。これは予想通り、ファージ抵抗性をもたらす突然変異が、ファージとの接触以前に無差別に起こることの証明であった。なお、ファージ抵抗性コロニーの出現頻度は、ファージとの接触以前のいつ、どの培養でそれが起こったかによって決まる。
- 2 細菌やファージには、植物や動物にはない遺伝学解析上の圧倒的な有利さがある。すなわち、試験管中で膨大な数の細胞を扱え、世代時間が短い。加えて、コッホが確立したクローンの概念があてはまる。すなわち、細菌とファージは遺伝的に同一なクローンとして、それぞれコロニーおよびプラークとして個々に数えることができる。
- 3 レプリカプレート法は、栄養素要求性突然変異体の選抜法として開発された。すなわち、特定の栄養素を欠いた条件（制限条件）では生育できない突然変異体の選抜に有効である。一般には、複数の条件を用意し、特定の条件下でのみ生育できる、あるいは生育できないような突然変異体の選抜に用いられる。
- 4  $F^+$ 細胞は  $F$  因子を保有する細胞で、 $F^-$ 細胞は  $F$  因子を保有しない細胞である。 $F$  因子が全体として細菌染色体に組み込まれた状態にある細胞を  $Hfr$  細胞といい、この細胞（供与菌細胞）は接合を通じて受容菌（ $F^-$ ）へ  $F$  因子に連結した染色体の一部を導入し、両者間で高頻度に組換えを起こす能力がある。 $F'$  因子とは、 $F$  因子が供与菌細胞の染色体の一部を含んだ状態で（不正確に）切りだされたものである。異なる伝達開始点をもつ多くの  $Hfr$  株を用いて、染色体の多くの領域をもつ  $F'$  因子を選抜でき、これを  $F^-$  細胞に導入することで部分二倍体を作製し、 $F'$  因子に連結した染色体部分を  $F^-$  細胞染色体へ組換えにより導入が可能となる。
- 5  $Hfr$  細胞が  $F^-$  細胞と接合した直後に、染色体に組み込まれた  $F$  因子に切断が生じ、DNA 複製が開始され、一本鎖 DNA が  $F^-$  細胞へ伝達される。伝達は  $Hfr$  染色体の特定部位（ $F$  の複製開始点）で始まる。相補鎖の複製は  $F^-$  細胞中で起こる。切断点（複製開始点）を先頭にして、 $F$  因子に続く染色体上の遺伝子群が順に  $F^-$  細胞へ導入されるから、時間経過を追って導入される遺伝子の並びがわかり、距離は時間をもとに測定できる。

- 6 接合中断実験で組換え体の数が増加するのは、Hfr と F<sup>-</sup>の接合と染色体の伝達が無差別に起こるからである。すなわち接合中断実験では、実際に接合が起こるのは細胞中の一部であり、染色体の伝達開始は無差別であるから、時間とともに組換え体の数が増加するが、同時に接合状態は自然に終了するから、ある時点で平衡に達する。
- 7 侵入する F 因子と宿主染色体間で交叉が起こり、かつ染色体が環状を保つためには、交叉の回数は偶数でなければならない。
- 8 細菌へのファージ感染を正確に解析するためには、感染開始が無差別な状態であっては不適切であり、すべての細胞で感染開始がほぼ同時に起こり進行する実験条件を設定する必要がある。このために考案されたのが一段増殖法である。
- 9 複数の遺伝子に起こる突然変異が同一の変異形質を示すことは多い。換言すれば、同一の表現形質を示しても、同一の遺伝子に起こった突然変異の証拠にはならない。相補性試験とは、ある方法で認識される表現形質を示す独立に得られた複数の突然変異が同一あるいは異なる遺伝子によるものであるか否かを定める試験である。一般には、比べようとする 2 種類の変異体を交配し、雑種が野生型を示すか（異なる遺伝子座）、元と同じ変異形質を示すか（同一遺伝子座）を調べる。相補性試験によって定義される染色体上の領域をシストロン（遺伝子とほぼ同義）と呼ぶが、これはシス-トランス効果によって識別される領域である。
- 10 非相補的な組合せであれば子ファージは生じないはずであるが、稀に起こる組換えによってプラークが生じることがある。
- 11 λファージは典型的な穏和ファージであり、その生活史には溶菌サイクルとともに溶原サイクルがある。溶菌サイクルでは、宿主細胞へ侵入したファージ DNA が複製し、ファージ DNA 上にある遺伝子の発現でファージの外被タンパク質が合成され、ファージ集合と呼ばれる組立て過程を経て子ファージが多数生産され、宿主細胞が破壊される。溶原サイクルでは、*cI* 遺伝子がリプレッサータンパク質の生産を誘導し、溶菌サイクルに必要な初期遺伝子群の転写を抑制する。細菌染色体に組み込まれて溶原状態にあるファージをプロファージと呼び、プロファージをもつ菌を溶原菌と呼ぶ。プロファージは活性化し、正常な溶菌サイクルが始まることがあるが、この現象をプロファージ誘導という。
- 12 野生型菌の出現が形質転換によるとすれば、遊離の DNA が介在するはずであるから、細菌培養を DNA 分解酵素で処理して結果を見ればよい。接合によるか形質導入によるかを判定するには、細菌は通さないがファージは通すフィルターを隔てて両者を培養し、もし野生型が出現すれば、

形質導入であると判断できる.

- 13 一般形質導入とは、宿主染色体のどの部分でも受容菌染色体へ導入可能な機構をいい、P1 フェージによる形質導入が典型的である。一方、特殊形質導入は、導入可能な遺伝子群が特定の挿入部位の隣接領域に限定されるものをいう。λフェージによる形質導入がその典型であり、*gal*あるいは *bio* 遺伝子の近傍にある遺伝子のみを導入できる。
- 14 *abc*, *acb*, *bac* の 3 通りが可能である。*abc* なら、 $a^+c^-$  はほとんどが  $b^-$  のはずであるが、結果はそうでない。*acb* なら、 $a^+b^-$  はほとんどすべてが  $c^-$  のはずであるが、そうではない。*bac* なら、組換えの部位に応じて、 $a^+b^-$  の一部が  $c^-$  で、 $a^+c^-$  の一部が  $b^-$  と予想できるから、結果と矛盾しない。