

「遺伝学」練習問題解答 13 章

- 1 細胞質遺伝は、オシロイバナの斑入り（アルビノモザイク現象）の研究から発見された。すなわち、突然変異により葉緑体に異常をきたして黄色い葉をもつようになった植物、この突然変異型葉緑体と野生型（正常型）の葉緑体をもつ細胞が混在するため黄色と緑色のモザイク状の葉をもつ植物、および緑色の葉をもつ野生型植物を相互に交雑し、葉の表現型の遺伝を調べた。すると葉の表現型は、どのタイプの植物の花粉を用いたかには関係なく、母親の葉の表現型によってのみ決定された。この実験から、葉の表現型を決定する因子は細胞質を通じて伝わることが示された。
- 2 ヒトも含めた高等動物では、ミトコンドリアの突然変異は致死的である。それは、ミトコンドリアの機能が損なわれると酸素呼吸ができず、生活に必要なエネルギー（ATP）を得ることができないからである。しかし酵母などの下等真核生物では、嫌気的な環境でも発酵により ATP を得ることができるので、ミトコンドリアの突然変異体が成育可能である。このことが、これらの生物でミトコンドリアの突然変異体が発見された理由である。
- 3 一般に高等植物の葉緑体ゲノムは、大きさが約 130～160 kbp の環状二本鎖 DNA 分子で、大きな逆位反復配列（約 21～25 kbp）が小単一配列領域（約 12～20 kbp）と大単一配列領域（約 80～87 kbp）を隔てて存在するという、構造上の特徴をもつ。このゲノムには、そこに存在する遺伝子の転写・翻訳に係るタンパク質や、RNA をコードする遺伝子、光合成の光化学系を構成するタンパク質サブユニット遺伝子、RuBisCO 大サブユニット遺伝子など、100 個前後の遺伝子が含まれている。
- 4 ヒト、ウシ、マウスなど哺乳動物のミトコンドリアゲノムは、いずれも約 16.5 kbp の大きさをもつ環状二本鎖 DNA 分子で、リボソーム RNA のほかに、シトクロム酸化酵素などミトコンドリアの電子伝達鎖を構成するタンパク質サブユニットの遺伝子をコードしている。高等植物のミトコンドリアゲノムは、コードする遺伝子の構成は動物のゲノムと似ているものの、サイズがまったく異なり、小さいもの（*Brassica campestris*）でも約 220 kbp の大きさがある。また高等植物のミトコンドリアゲノムは、1 個の環状分子（全遺伝子を含むマスターサークル）として記載されることが多いが、実際の植物細胞内では、このゲノムに多数存在する繰返し配列を介した相同組換えにより生じた環状サブサークル、あるいは線状分子のネットワークなどから構成される、複数の DNA 分子種の集合体であると推測される。
- 5 真核細胞のオルガネラのなかで、ミトコンドリアと葉緑体は、独自のゲノムをもっていること、半自律的な複製を行うこと、ゲノム上の遺伝子を自前で転写・翻訳する系をもっていることなどにより、過去に細胞内共生した原核生物から生じたものと考えられている。

- [6] 核にコードされている葉緑体やミトコンドリアのタンパク質は、細胞質で翻訳された後、標的オルガネラに運ばなければならない。これらのタンパク質は N 末端部分に、葉緑体ではトランジットペプチド、ミトコンドリアではプレ配列と呼ばれる領域をもち、これらにより適切なオルガネラへと運ばれることがわかっている。
- [7] アフリカツメガエルなどの動物では、核を不活化した受精卵に新しい核を移植することにより核細胞質雑種を育成する。一方、物理的に核移植が不可能な植物では、反復戻し交雑法を用いる。たとえばこの方法では、まず A 種（系統）に B 種（系統）の花粉を交配し F_1 雑種をつくる。次に、この F_1 雑種に B 種の花粉を交配し B_1 雑種を得る。さらに、作出した B_1 雑種に B 種の花粉を交配する。このように、得られた雑種に毎世代 B 種の花粉を交配し続けると（10 回以上）、A 種の細胞質と B 種の核をもつ核細胞質雑種をつくりだすことができる。
- [8] パンコムギで得られた核細胞質雑種は、核と細胞質の組合せが 500 種類以上もある、膨大なコレクションである。したがって同じパンコムギの核をもちながら、細胞質が異なることで、表現型がどのように変化するかを調べる格好の材料となる。また野生種からは調製しづらい、葉緑体やミトコンドリアの DNA を核細胞質雑種からは大量に得ることができ、この DNA を野生種の母系進化の研究などに利用できる。