

医療系学生のための生物学

著
奥羽大学歯学部教授 丸井隆之

B5変型判 2色刷 162ページ 定価(本体3,200+税)
ISBN978-4-7624-0662-1

- ◆ 高校で学んだ「生物」の復習に！
- ◇ 「生命科学」の“生命の分子的基盤”の補足に！
- ◆ 医療系学部的一般教養科目の「生物」の教科書に！

生物の全体像を把握するために、個体から始まり、器官、組織、細胞、さらに、細胞を構成する細胞小器官の形態や機能、そして、それらを構成するタンパク質や核酸などの分子を対象として話の展開をスタート。また、細胞から器官、個体にいたるまでの、さまざまな調節機能、行動、生殖、発生、遺伝、進化を順に取り上げた。

将来、医療に携わる学生にとって、大いに手助けになる1冊である。



主要目次

第1章 生物の全体像への道

- 1 生物の成り立ち
- 2 細胞の進化
- 3 多細胞生物に必要なシステム
- 4 細胞から組織・器官へ
- 5 生命を構成する基本物質
- 6 細胞の調節原理と機能
- 7 細胞の情報の受容と伝達(作用機構)
- 8 生体内の情報ネットワーク
- 9 生体防御機構

第2章 動物の感覚と行動

- 1 反応行動と調節
- 2 個体間のコミュニケーション
- 3 感覚受容
- 4 運動と反射
(外界からの刺激に対する反応)
- 5 感覚(運動を司る神経系)
- 6 末梢神経の構築
- 7 脳と行動

第3章 内部環境と恒常性の維持

- 1 体液の構成と循環
- 2 内分泌系による調節
- 3 腎臓と肝臓の役割
- 4 自律神経系
- 5 内部環境のモニターと恒常性の調節機構

第4章 酵素による生体内化学反応の促進

- 1 酵素とは
- 2 酵素の構造と基質特異性
- 3 酵素の分類
- 4 酵素が働くための条件
- 5 酵素反応速度論
- 6 酵素反応の阻害と調節

第5章 生命活動とエネルギー代謝

- 1 なぜATP生成に酸素が必要か？
- 2 呼吸
- 3 代謝とエネルギー
- 4 エネルギーの利用

第6章 生殖と発生

- 1 細胞の増殖のしくみ
- 2 発生

第7章 遺伝と分子生物学

- 1 遺伝学の基礎用語
- 2 メンデルの法則
- 3 遺伝子の働き合い
- 4 連鎖と組換え
- 5 性と遺伝
- 6 遺伝と変異
- 7 遺伝子の本体
- 8 遺伝子情報の発現
- 9 遺伝子発現の調節
- 10 遺伝子と形態形成

11 遺伝子工学

12 ヒトゲノム解析プロジェクト

第8章 進化と分類

- 1 進化とは
- 2 進化の手がかり
- 3 細胞と分子レベルでの進化
- 4 エピジェネティック遺伝
- 5 生物の分類と系統

Appendix 生物実験の基本

- 1 溶液の濃度
- 2 酸・塩基とpH
- 3 緩衝液
- 4 生物, 物理, 化学, 数学の基礎知識
- 5 バイオハザード

Column

ナノテクノロジー
フクロウは、なぜ左右の耳がずれているのか？
レプチンと味覚
脳内麻薬物質
咀嚼と肥満
子の数－生物の不思議
細胞の危険因子
動物の大きさと生存時間

1

生物の全体像への道

essential memo

1) 生物には、常に体の環境を快適な一定した状態に維持する機構が備わっている。これが生体恒常性の維持機構とよばれる。
血圧 blood pressure や血糖値 blood glucose level は一定の範囲内に保たれ、気道 airway の粘膜 mucosa は一定の粘度 viscosity の粘液 mucous で潤い、胃 stomach の中には胃酸 gastric acid により一定の pH に保たれている。
病気 disease, disorder or sickness とは、そうした調和が破綻した状態である。例えば、腎臓 kidney は、水やナトリウム sodium、カリウム potassium などの電解質 electrolytes の再吸収 reabsorption rate を調節する機能があるので、疾患によって細胞外液量 extracellular fluid、体液浸透圧 osmotic pressure of body fluid、pH、電解質バランス、血圧などを一定に保つことができなくなる。
生体の本質的なシステムともいえる。これらの恒常性の維持は、免疫系 immune system に内分泌系 endocrine system、神経系 nervous system が一体となって担っている。

2) 海水 seawater、淡水 freshwater、あるいは動物の体液の中に生活し、細胞内の膜が部分的に分化して、鞭毛 organelle、食細胞 phagosome、収縮泡 contractile vacuole などがあるものが多い。

3) 原生動物に対して、それ以外の動物の総称。

生物 organisms は、遺伝 genetics、発生 development、代謝 metabolism、運動 movement などのさまざまな様相をもっている。生物を物質系としてみるならば、イオン類 ions、細胞膜 cell membrane、ミトコンドリア mitochondria、生体高分子 biological polymer などの独特な機能をもつ構成物質からなる。しかし、細胞 cell という生物をつくっている単位があつてはじめて、それらの生命現象の動態がみえてくる。生命というのは細胞と細胞の相互作用の産物であり、その本質は非常に複雑な化学反応 chemical reaction の積み重ねによる。さらに、環境とのかかわりのなかで時間とともに変化しながら個体として生体恒常性¹⁾(ホメオスタシス homeostasis)を維持し続けようとするものである。

本章では、正常な細胞の構造や機能を総合的に取り扱う。生物を理解するには、細胞 → 組織 tissues → 器官 organs → 個体 individuals としてのそれぞれの調節機構、すなわち、生体恒常性の維持機構を秩序だつたものとして把握することが必要である。つまり、生物が生物としての働きを発揮するためには、構成している物質群がでたらめな配置や調節階層であつてはならないことを理解して欲しい。ここでは生物について、個体内の環境に応じてさまざまなレベルでの調節機能が働いて個体が維持されていること、言いかえると、**生命活動とは調節そのもの**といつてもよいことを知ってもらいたい。

1 生物の成り立ち

生物の基本単位は細胞である。

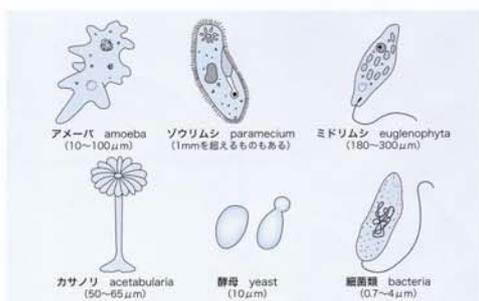


図 1-1 単細胞生物のいろいろ

(1) 単細胞生物

1 個の細胞で 1 個体の、最も原始的な生物(図 1-1)を単細胞生物 single-cell organism という、原生動物 protozoa²⁾と藻類・菌類の一部がこれに属する。

(2) 多細胞生物

多くの細胞が集まって 1 個体を構成する生物を多細胞生物 multicellular organism という。動物では、原生動物に対して後生動物 metazoa³⁾という。つまり、上記以外の生物は多細胞生物といつてよい。分化 differentiation した細胞が集まって組織・器官をつくり、植物や動物の個体を形成している。

2 細胞の進化 cell evolution

生物の分類にはいくつかあるが、細胞のタイプによって分類すると、原核生物 prokaryote⁴⁾と真核生物 eukaryote とに分けられる。この 2 つの大きな違いは、細胞の中の構造にある。真核生物は 19~21 億年前に誕生したとされている(この違いは第 7 章、第 8 章参照)。

(1) 原核細胞(図 1-2)

原始的な細胞(生物)で、核膜 karyotheca or nuclear membrane がなく、DNA とリボ

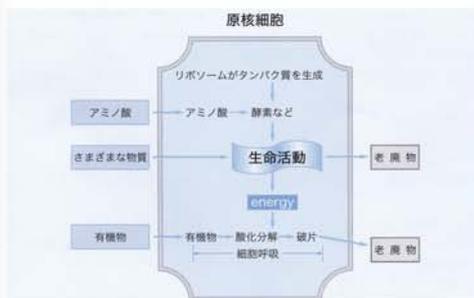


図 1-2 原核細胞の中で起こっていること
原核細胞と真核細胞の違いは、膜の機能にある。原核細胞は複雑な機能をもつ。例えば、好気性の細菌では、膜に呼吸系酵素(脱水素酵素や電子伝達系酵素)を含んでいるが、真核細胞では、これらの酵素はミトコンドリアの中に含まれる。

4) 細胞に核をもたない(原核細胞から構成される)生物のことを原核生物という。しかし、最近のリボソーム RNA をもとした系統解析では、生物界を分ける最も大きな分類は、真正細菌と古細菌、真核生物の 3 つであることが示され、また、古細菌のほうが真核生物に近いことがわかった。すなわち、原核生物は大きく異なった 2 つの系統からなり、加えて生物界を真核生物と原核生物に二分する分類が必ずしも実際の系統関係を反映しているとは限らないことを意味する。
ラン藻や大腸菌は真正細菌であり、古細菌には海底火山の熱水鉱床付近に生息する好熱菌、死海などの高塩濃度の環境に住む高度好塩菌、ウツの菌などに存在するメタン菌がある。
原核生物は下等な生物であると思われがちだが、多様な生物種が存在を脅かす環境下で生き延び、非常に早い増殖を可能にするために無敵を備えたシステムをもつ。誕生の原核生物は、高度に特化しており、原始的な生物とは大きく異なっていると想像されている。

真核生物と原核生物を分ける最も顕著な特徴は、1 単位膜系による細胞内部の区画が存在しないことである。唯一の例外が、藻生物でありながら完全な光合成システムをもつラン藻 cyanobacteria のチラコイド thylakoid である。これは、種子植物の葉緑体の中にある二重の膜でおおわれた構造で、同化色素を含み、光エネルギーを吸収する。しかし、ラン藻では細胞が薄皮として独立しているわけではなく、膜が覆った構造をしている。

2

3

5) 有糸分裂は、染色体を一定に維持するメカニズム。

(2) 体細胞(有糸)分裂⁵⁾

体細胞分裂とは、ゲノムのセット数を変えない分裂をいう。ある細胞の分裂によって生まれた娘細胞が、母細胞になるまでの時間的経過を細胞齢 cell age という。細胞齢は 4 つの相に分けられていて、これを細胞周期 cell cycle という。図 6-2 に示すように、細胞周期は、細胞分裂期(M 期 mitotic cell division phase)と間期(interphase)の 2 つからなり、さらにいくつかの副相 subphases に分けられている(図 6-2-4)。

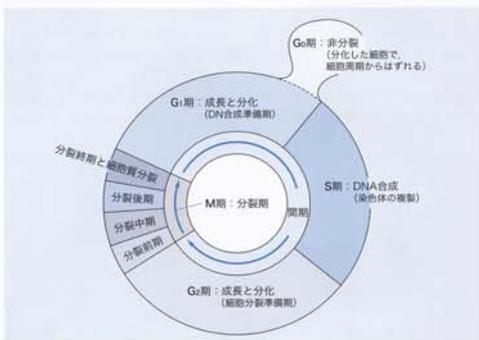


図 6-2 生物の細胞周期
分裂してきた細胞が、次の分裂を終えるまでの期間を細胞周期という。2 つの相(細胞分裂期と間期)があり、さらに相に分かれている。分裂期は一般に非常に短く 30 分程度であり、細胞周期の一回りは約 1 日である。分化した細胞(特別な形態や機能をもった細胞)は、この周期から外れる。

a 分裂期(図 6-2)

前期 prophase: 核内部で染色体が太くなり、縦列して 2 セットになる。
↓
核膜や核小体が消えていく。
中期 metaphase: 染色体が赤道面に並び、紡錘糸でできた紡錘体が完成する。
↓
後期 anaphase: 染色体は縦列面から分かれて両極へ移動する。
↓
終期 telophase and cytokinesis: 染色体は細い糸状となって分散する。核膜と核小体が出てきて、細胞質分裂が起こる。2 個の娘細胞ができる。

第 6 章 生殖と発生

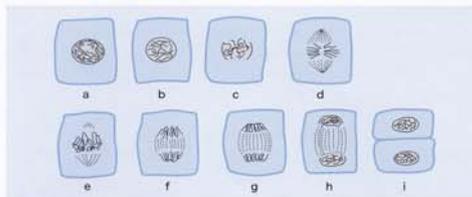


図 6-3 体細胞分裂の過程
a, b, c: 前期 d: 中期 e, f, g: 後期 h, i: 終期

b 間期

(分裂期) → G₁期(生長と分化) → S 期(DNA 合成期=染色体の複製) → G₂期(生長と分化) → (分裂期)

体細胞分裂が何度繰り返されても染色体数と DNA 量が保たれるのは、S 期間中に DNA 量が 2 倍(染色体も 2 セットにする)になるからである。

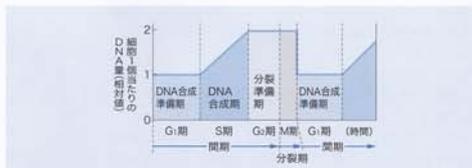


図 6-4 細胞周期と DNA 量の変化
G₂期の細胞の DNA 含量は、G₁期の細胞の 2 倍である。

(3) 無性生殖と有性生殖

生物が、自分と同じ種類の個体をつくることを生殖といい、生殖の仕方には 2 つある。

a 無性生殖

単細胞生物や一部の多細胞生物は、卵子 ovum や精子 sperm のような配偶子が関係しない無性生殖 asexual reproduction で子孫を残す。1 個体だけで生殖が可能だから、増殖のチャンスが多いが、同じ形質の個体ばかりなので不適切な環境下では適応がむずかしく、全滅する可能性が高い。