

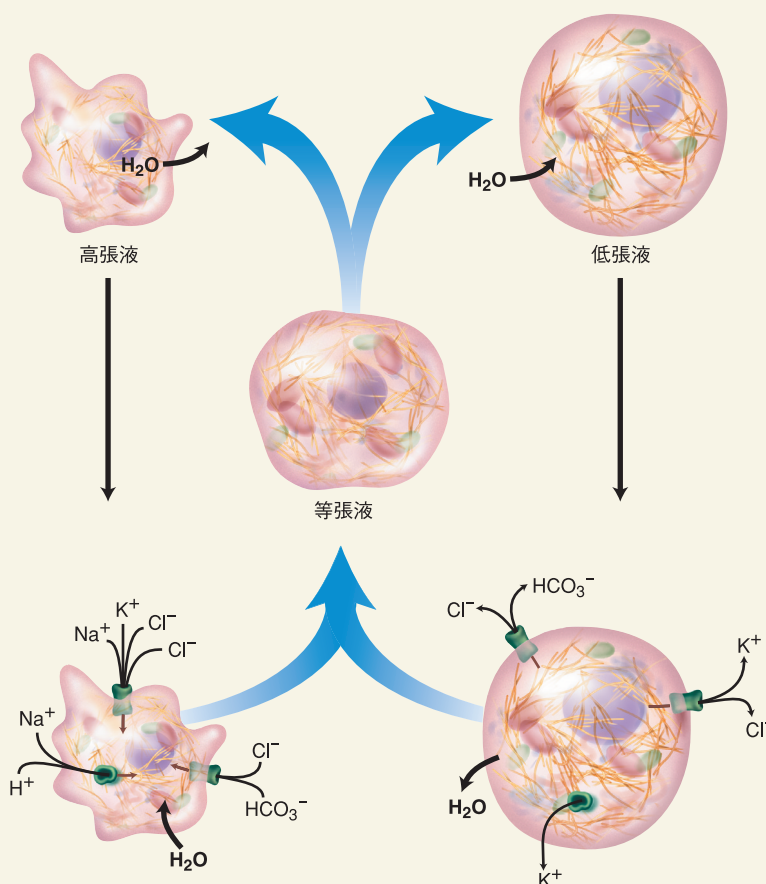
生きている細胞は常に危険な状態にある。細胞内部と周囲との間の溶質バランスがほんのわずか変化しても、細胞は損傷を受けほどの浸透圧変化にさらされることになる。浸透圧平衡を制御できなくなると、細胞の形態や容積に変化が生じ、その結果、細胞機能は低下する。しかしながら、動物のような多細胞生物においては、個々の細胞は、通常、周囲のモル浸透圧の大きな変動にさらされることはない。その代わりに、普通の代謝反応によって生じた内部の浸透圧変化にたえずさらされていることが、現在明らかになっている。栄養素(たとえば、糖、脂肪酸、およびアミノ酸)の摂取や老廃物(たとえば、 H^+ や CO_2)の排泄のような日常の活動、および巨大分子(たとえばタンパク質やグリコーゲン)の合成と分解のような代謝反応は、浸透圧の不均衡をもたらす。

細胞は、モル浸透圧のごくわずかな変化でさえもそれらを同時に素早く修正する精巧な機構をもっていることが、最近の研究により明らかにされている。これらのうちで最もよく理解されている機構は、細胞膜を横切る無機イオンの交換である(図 3A)。たとえば、細胞がタンパク質合成を行っているとき、その結果として起こるアミノ酸の濃度の減少は、細胞からの水の流出を引き起こす。細胞は、 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- (HCO_3^- の代わりに)を特定の膜チャネル複合体を通して取り入れることによって応答する。この過程によって生じた浸透勾配は、細胞内への水の流入を引き起こし、通常の細胞容積を回復させる。タンパク質が分解すると逆の過程が起こる。浸透活性をもつアミノ酸の濃度上昇は細胞を膨潤させる。イオン(たとえば、 K^+ 、 Cl^- 、および HCO_3^-)に引き続いて水が、細胞膜を横切って細胞から出て行き、細胞容積がもとに戻る。

図 3A 浸透圧と細胞容積の変化

細胞を高張な溶媒に入れたり、生化学的な反応によって浸透活性をもつ粒子の数が減少すると、細胞は縮む。細胞の浸透圧平衡は、 Na^+ 、 K^+ 、および Cl^- のような無機イオンが流入すると回復する。ある細胞では、 Na^+ と Cl^- が H^+ と HCO_3^- の代わりにそれぞれ流入することがある。そして水が細胞内に逆流するにつれて、細胞は通常の容積に戻っていく。細胞を低張な溶媒にさらしたり、輸送や巨大分子の分解によって浸透活性をもつ粒子の濃度が増加すると、細胞は膨張する。浸透圧平衡は無機イオンの排泄とそれに続く水の流出によって回復する。

細胞容積は、浸透物質と呼ばれる浸透活性をもった物質を大量に合成することによっても制御できる。たとえば浸透ストレスに直面すると、ある細胞は多量のアアルコール(たとえばソルビトール, p. 192 参照)、アミノ酸、あるいはタウリン(p. 378 参照)のようなアミノ酸誘導体を生産する。細胞はまた、グリコーゲンのような巨大分子を合成あるいは分解することによって、浸透圧平衡を回復することも観察されている。細胞が浸透圧平衡を保とうとする正確な機構は、まだ解明されたわけではないが、細胞骨格の変形によって伝えられる細胞容積の変化は、膜チャネルタンパク質と浸透物質の合成をコードするいくつかの遺伝子発現の変化を引き起こすことが知られている。



とを意味している。純水が解離するときは、 $[H^+]$ は $[OH^-]$ に等しいから、

$$[H^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} M$$

このように、純水の水素イオン濃度は $1 \times 10^{-7} M$ となる。

水溶液に等量の H^+ と OH^- が含まれているとき、その水溶液は中性であるという。イオン性物質あるいは極性物質が水に溶けているとき、その物質は H^+ と OH^- の相対的な数を変える可能性がある。 H^+ が過剰な水溶液が酸性であり、 OH^- が過剰な水溶液が塩基性である。水素イオン濃度は、通常、 $10^0 M$ から $10^{-14} M$ という非常に広い範囲で変化し、これが pH の尺度の基礎となっている ($pH = -\log[H^+]$)。