

さ さいでつまらないと思われていた細胞内のシステムが実は極めて重要だった——そんなことが生物学には往々にしてある。そういったシステムは至るところで機能し、細胞に異常があるときもないときも幅広い役割をこなしている。よい例が循環器系で働く一酸化窒素だ。その発見は多くの有用な薬に結びつき、ノーベル賞も与えられている。「オートファジー」と呼ばれる細胞の掃除システムも、かつては軽視されていたが、ここへきて突如、科学的に大きな注目を集めている。

オートファジーはギリシャ語で「自食」を意味し、概要は極めて単純だ。真核細胞には核の外側に細胞質がある。細胞質はゼリーのようにどろどろしており、それを細胞骨格が支えている。細胞質の中には高分子の集合体や巨大分子、細胞小器官と呼ばれる特定の機能を持った構造体が漂っている。細胞質の働きは今日のコンピューターのようにとても複雑なので、自分が作り出したゴミによって動きが悪くなってしまう。オートファジーの役割の1つはこうしたゴミを掃除することだ。古いタンパク質など、細胞質にたまった不要物質を取り除く。

オートファジーの働きで細胞質が浄化されると、細胞はかつての活力を取り戻す。この仕組みは神経細胞のように新たな細胞に交代できない細胞ではとりわけ重要だ。神経細胞は個体が生きている限り生き続ける必要があるので、細胞内環境を改善し機能を維持するには、オートファジーに頼るほかない。細胞生物学的な研究から、オートファジーが有害なウイルスや細菌に対する防御機構としても働いていることがわかってきた。細胞外の免疫系を逃れ細胞膜を通して細胞質に達した外来の物体や生物は、どんなものもオートファジーの標的となりうる。

その証拠に、オートファジーが遅すぎたり速すぎたり機能不全になったりすると、恐ろしい結果につながる。炎症性腸疾患の一種であるクローン病に苦しむ数百万人の患者は、消化器官中のウイルスや細菌などの微生物の増殖を抑えられないが、これはオートファジーに欠陥があるためかもしれない。オートファジーのシステム障害が脳の神経細胞で起こると、神経細胞の老化が進み、アルツハイマー病にもつながる。オートファジーが働きすぎても有害だ。オートファジーが活発だと、がん細胞に放射線や抗がん剤による治療を施しても自己修復して生き残ってしまう。オートファジーは個体全体の利益のために時として病気の細胞を取り除くが、活発すぎると個体に必要な細胞まで食い尽くしてしまう。